

NOVA ACTA LEOPOLDINA

NEUE FOLGE, BAND 108, NUMMER 373

**Wüsten –
natürlicher und kultureller Wandel
in Raum und Zeit**

Wolf Dieter Blümel (Hrsg.)



**Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina –
Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale) 2009
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart**

Wüsten – natürlicher und kultureller Wandel in Raum und Zeit

NOVA ACTA LEOPOLDINA

Abhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina

Im Auftrage des Präsidiums herausgegeben von

HARALD ZUR HAUSEN

Vizepräsident der Akademie

NEUE FOLGE

NUMMER 373

BAND 108

Wüsten – natürlicher und kultureller Wandel in Raum und Zeit

Leopoldina-Meeting

**Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina
in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Erd- und
Völkerkunde zu Stuttgart e. V.**

am 2. und 3. Mai 2008 in Stuttgart

Organisation:

Wolf Dieter BLÜMEL (Stuttgart)

Mitglied der Leopoldina

Mit 141 Abbildungen und 7 Tabellen



**Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina –
Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale) 2009
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart**

Redaktion: Dr. Michael KAASCH und Dr. Joachim KAASCH

**Die Schriftenreihe Nova Acta Leopoldina erscheint bei der Wissenschaftlichen Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart, Bundesrepublik Deutschland.
Jedes Heft ist einzeln käuflich!**

Die Schriftenreihe wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt.

Einbandbild:

Das Hauptproblem der Trockenräume ist der Wassermangel. 1985 hatten die von Hunger betroffenen Menschen in den Dürreregionen des West-Sudan drei Jahre ohne substantielle Erntemöglichkeiten erdulden müssen. Die Männer waren in der Regel abgewandert und hatten versucht, sich in produktiven Agrarregionen oder in Städten einen Lebensunterhalt zu sichern. Die alleingelassenen Frauen, Kinder und alten Menschen versuchten, in riesigen von der Weltgemeinschaft finanzierten Lagern ihr Überleben zu sichern. Vor diesem Hintergrund hatte die Deutsche Welthungerhilfe versucht, dezentrale Versorgungspunkte für Nahrungsmittel aufzubauen und es den Menschen zu ermöglichen, in oder nahe ihren Dörfern zu verbleiben. So sollte sichergestellt werden, dass die ohnehin stark geschwächten Menschen nicht zu langen Hungermärschen gezwungen waren. Außerdem stand die Überlegung im Vordergrund, dass die lokale Bevölkerung nach Einsetzen von neuen Regenfällen in der Lage sein sollte, möglichst rasch ihre Feldarbeit wieder aufzunehmen und sich aus eigener Kraft ernähren zu können. Während es unter großen Anstrengungen weitgehend gelang, dieses Ziel zu erreichen, blieb ein zentrales Element der Nahrungsmittelversorgung dennoch ungelöst: die Trinkwasserversorgung. Das Titelbild zeigt eine Frau auf der Suche nach Trinkwasser während der Dürrekatastrophe in Darfur/Sudan. Siehe dazu den Beitrag von BOHLE, in diesem Band auf S. 17ff.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Die Abkürzung ML hinter dem Namen der Autoren steht für Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften.

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdruckes, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dgl. in diesem Heft berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Namen ohne Weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Vielmehr handelt es sich häufig um gesetzlich geschützte eingetragene Warenzeichen, auch wenn sie nicht eigens als solche gekennzeichnet sind.

© 2009 Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. – Nationale Akademie der Wissenschaften
06019 Halle (Saale), Postfach 11 05 43, Tel. + 49 345 4723934
Hausadresse: 06108 Halle (Saale), Emil-Abderhalden-Straße 37
Herausgeber: Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Harald ZUR HAUSEN, Vizepräsident der Akademie
Printed in Germany 2009
Gesamtherstellung: Druck-Zuck GmbH Halle (Saale)
ISBN: 978-3-8047-2680-2
ISSN: 0369-5034
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Inhalt

BLÜMEL, Wolf Dieter: Einführung	7
BERG, Gunnar: Grußadresse	9
HAHN, Roland: Grußwort	13
BOHLE, Hans-Georg: Trockenräume als Risikoräume	17
GIESE, Ernst, und SEHRING, Jenniver: Konfliktpotenzial von Umweltveränderungen in Zentralasien	29
SUCROW, Michael, und THEVS, Niels: Ökologie der Tugai-Vegetation winterkalter Wüsten und ihr Verlust am Beispiel der Taklamakan	53
KREUTZMANN, Hermann: Weidewirtschaftliche Transformationen in zentralasiatischen Hochgebirgswüsten	79
MÄCHTLE, Bertil, und EITEL, Bernhard: Holozäne Umwelt- und Kulturentwicklung in der nördlichen Atacama (mit einem Exkurs zum „Neodeterminismus-Paradigma“)	109
BLÜMEL, Wolf Dieter, EBERLE, Joachim, HÜSER, Klaus, und EITEL, Bernhard: Holozäner Klima- und Landschaftswandel in der Namib?	125
CLAUSSEN, Martin: Dynamik der Sahara im Klimawandel des mittleren und späten Holozäns	151
KRÖPELIN, Stefan: Holozäne Umweltrekonstruktion und Kulturgeschichte der Sahara: Perspektiven aus der sudanesischen Wüste	165
BREUER, Ingo, und GERTEL, Jörg: Neue Unsicherheiten am Rande der Sahara: Regionalisierung und soziale Polarisierung in Marokko	193
POPP, Herbert: Wüstentourismus in den Maghrebländern	207
SCHMID, Heiko: Ökonomie der Faszination: Dubai und Las Vegas als Wüstenstädte und Erlebnisoasen	223
RADTKE, Ulrich, HILGERS, Alexandra, HÜLLE, Daniela, LOMAX, Johanna, und RITTFNER, Sarah: Neue Methoden für alten Sand – Einsatz der Lumineszenz- und Elektronenspinresonanz-Datierung zur Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte in Trockengebieten	243

Einführung

Wolf Dieter BLÜMEL ML (Stuttgart)

Die aktuelle Diskussion um den globalen Klimawandel und seine möglichen Folgen wirft auch ein Schlaglicht auf die lebensarmen oder lebensfeindlichen Wüsten der Erde. Werden sie sich weiter ausdehnen und damit die angrenzende Ökumene – den ‚bewohnbaren‘ Raum – bedrängen? Wird die Ausbreitung wüstenhafter Verhältnisse, die Verknappung von Wasser und Ressourcen soziale Spannungen, Migrationen oder gar kriegerische Auseinandersetzungen nach sich ziehen? Oder werden einige wüstenhafte Bereiche von der Zunahme von Niederschlägen profitieren und damit neue Nutzungspotenziale eröffnen? Das ist jedoch nur *ein* Aspekt, unter dem man das Phänomen Wüste betrachten kann.

Diese meist heißen Räume mit einem extrem niedrigen und unregelmäßigen Niederschlagsaufkommen oft unter 50 mm/Jahr und andererseits hoher potentieller Verdunstung (mehrere tausend Millimeter pro Jahr) sowie die besonders kalt-trockenen Gebiete (Polarregionen; Kältewüsten) nehmen zusammen nahezu 30 Mio. km² ein. Das ist etwa ein Fünftel der Kontinentflächen. Zählt man die sogenannten Halbwüsten hinzu – Räume, die ohne künstliche Bewässerung allenfalls extensive nomadisierende Weidenutzung erlauben –, so kommt man auf knapp 50 Mio. km² und damit etwa ein Drittel der Festlandsfläche.

Trotz ihrer sehr beschränkten Bedeutung als menschlicher Lebens- und Wirtschaftsraum und ihrer Gefahren für den ambulanten Besucher üben Wüsten eine eigenwillige Faszination aus: Sie sind attraktive, mystifizierte, abenteuerträchtige Reiseziele. Die von Wüsten ausgehende Faszination und Attraktivität hat mehrere Ursachen: Ein Blick zurück in die jüngsten Jahrhunderte und Jahrtausende zeigt, dass heutige Wüsten keineswegs stets ‚öd und leer‘ gewesen sind. Natürlicher Klima- und Landschaftswandel machte sie zeitweise zu begehrten und tragfähigen Lebensräumen. Frappierende archäologische Befunde dokumentieren die kulturhistorische Bedeutung mancher Räume. Erklärbar werden Blüte und Verfall von „Wüstenkulturen“ zum Teil durch paläoklimatisch-paläogeographische Rekonstruktionen. Es wird die Bindung von Kulturentfaltung an vorzeitlich andere Klimabedingungen erkennbar, ihre zeitliche Einordnung und Dynamik durch physikalische Altersbestimmungen deutlich gemacht.

Attraktivität geht auch in starkem Maße von der besonderen Ästhetik der landschaftsprägenden geomorphologischen Formen aus. Insbesondere fasziniert die Sandwüste mit ihren geschwungenen Dünenfeldern. Auch wenn sie nur einen relativ kleinen Anteil der Wüstenflächen besetzen, sind Dünenlandschaften für die meisten Touristen doch der Inbegriff von Wüste. Des Weiteren geht Anziehungskraft von der Lebenswelt aus: Lebensentfaltung in Oasen, Formen und Strategien der pflanzlichen und tierischen Anpassung – die ökologischen

Grundbeziehungen und Wechselwirkungen werden in Wüstenmilieus deutlicher sichtbar als in abundanten Ökosystemen. Derartige Attraktivitäten, teils verbunden mit romantisierend-mystischen Vorstellungen sind der Motor eines zunehmenden Wüsten-Tourismus, der bisweilen eigenwillige Blüten treibt und letztlich bis zum völligen Identitätsverlust dieser ökologisch äußerst sensiblen Räume führen kann.

Ein neuer Typ von Wüsten stellt ein gravierendes aktuelles Problem dar – es ist die vom Menschen verursachte Wüste. Der Begriff ‚Desertifikation‘ beinhaltet verschiedene anthropogene Prozesse, die zunächst nutzbare Gebiete wie Savannen, Steppen oder auch Halbwüsten zu wüstenähnlichen Räumen degradieren. So führt Überweidung zu verstärkter Bodenerosion und Deflation; falsche Bewässerungstechnik lässt die Böden versalzen. Falsches Wassermanagement und fahrlässige Wasservergeudung führen zu erheblichen Verlusten des Nutzungspotenzials, zu Beeinträchtigungen der Gesundheit und zu sozialen/politischen Spannungen, bis hin zu klimatischen Veränderungen. Das wohl bekannteste Beispiel hierfür ist das ‚Aralsee-Syndrom‘.

Die an Wüsten angrenzenden semi-ariden Gebiete sind häufig traditionelle (extensive) Weidegebiete oder tragen Bewässerungsfeldbau. Zurzeit greift hier ein merklicher Strukturwandel. Gesellschaftlich-politische Transformation wird oft begleitet von Spannungen und Krisen.

Das Meeting thematisierte ein Bündel der angesprochenen Aspekte der Wüsten – so z. B. die Rekonstruktion ihrer klimatischen und landschaftlichen Geschichte, ihre kulturelle und kulturgeschichtliche Bedeutung, ihren aktuellen Wandel und ihre zukünftige Entwicklung. Das Treffen beabsichtigte, durch das Zusammenführen von Vertretern verschiedenster Disziplinen dem facettenreichen wissenschaftlichen Phänomen Wüste durch einen interdisziplinären Diskurs näher zu kommen.

Der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina und der Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde zu Stuttgart e. V. sei für die finanzielle Unterstützung der Tagung herzlich gedankt.

Prof. Dr. Wolf Dieter BLÜMEL
Universität Stuttgart
Institut für Geographie
Azenbergstraße 12
70174 Stuttgart
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 711 68581410
Fax: +49 711 68581472
E-Mail: bluemel@geographie.uni-stuttgart.de

Grußadresse

Gunnar BERG ML (Halle/Saale)

Sekretar für Naturwissenschaften der Leopoldina

Sehr geehrter Herr Vorsitzender der Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde zu Stuttgart,
Herr Kollege HAHN!
Lieber Herr Kollege BLÜMEL!
Meine sehr verehrten Damen, meine Herren!

Im Namen des Präsidiums der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, insbesondere aber im Namen unseres Präsidenten, Herrn Professor Volker TER MEULEN, begrüße ich Sie zu diesem Leopoldina-Meeting hier in dieser schönen Atmosphäre des Linden-Museums in Stuttgart.

Ich danke der Teilsektion „Geographie“ unserer Akademie, an erster Stelle natürlich ihrem Obmann, Herrn Kollegen BLÜMEL, der dieses Meeting initiiert und mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern organisiert hat. Ich danke aber auch der Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde zu Stuttgart, die durch ihre Kooperation ganz wesentlich zum Gelingen des Treffens beiträgt. Nicht zuletzt ist es ihr zu verdanken, dass wir in diesem repräsentativen Wanner-Saal tagen können.

Das Thema „Wüsten“, das Sie sich gestellt haben, ist in verschiedener Hinsicht bedeutungsvoll. Es handelt sich, gemessen an der gesamten Landfläche der Kontinente, hinsichtlich der Ausdehnung um einen wichtigen Naturraum auf der Erde. Das ist dem Laien häufig gar nicht so geläufig. Es handelt sich aber auch um einen Lebens- und Kulturraum, der selbstverständlich – wie jede Landschaft – Wandlungen unterworfen ist, die sowohl durch natürliche als auch durch kulturelle Einflüsse bedingt sein können. Gerade diese Problematik sachgemäß, nüchtern naturwissenschaftlich und unter Einbeziehung aller Argumente zu behandeln, ist wichtig, da in der Öffentlichkeit häufig interessengeleitete und emotional betonte Ansichten zu hören und zu lesen sind. Dazu gehört es, sowohl Erfahrungen aus der Vergangenheit einzubeziehen als auch mit verlässlichen Daten Prognosen für die Zukunft zu erarbeiten, um behutsam mit erwarteten Veränderungen umzugehen, z. B. um abzuschätzen, welche „Tragfähigkeit“ einem bestimmten System zugemutet werden kann, ohne es irreversibel so zu belasten, dass eine weitere Nutzung nicht mehr möglich ist. Ich könnte mir vorstellen, dass von diesem Meeting Impulse ausgehen, um z. B. mit einer Stellungnahme der Leopoldina, die natürlich von der „Geographie-Sektion“ ausgehen müsste, die Politik, die sich ja auch in Deutschland vermehrt Afrika und Asien zuwendet, auf einige der gravierenden Probleme dort aufmerksam zu machen.

Doch ich will nicht länger etwas zum Inhalt des Symposiums sagen – hier sind Sie die Fachleute, und ich werde sicher von Ihnen lernen –, sondern ich will die Gelegenheit nutzen, die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina mit einigen Bemerkungen vorzustellen.

Die Akademie wurde 1652 in der freien Reichsstadt Schweinfurt durch vier Ärzte gegründet und ist damit die älteste, noch existierende Akademie der Welt; sie ist selbst einige Jahre älter als die *Royal Society*. Ihre Gründerväter, insbesondere der Initiator und erste Präsident, Johann Laurentius BAUSCH, hatten während ihrer akademischen Wanderschaft in Oberitalien dortige Akademien kennengelernt, in denen unterschiedlichste Persönlichkeiten Wissenschaft um der Wissenschaft willen betrieben. Die Mitglieder einer dieser Akademien nannten sich direkt „Otiosi“, die Müßigen. Damit wollten sie zum Ausdruck bringen, dass sie aus Muße und nicht wegen irgendeines Nutzens wissenschaftlichen Fragestellungen nachgingen. Die Schweinfurter nahmen sich zwar diese Akademien zum Vorbild, hatten aber eine andere Zielsetzung, ging es ihnen als Ärzten doch darum, zum Wohle und Segen der Menschen, aber eben nicht aus Muße, wie eben erwähnt, sondern „nunquam otisis“ (nicht müßig) – so das Motto bis zum heutigen Tag – zu arbeiten. Ja, sie setzten sich sehr ehrgeizige Ziele, sollte doch jedes Mitglied jeweils halbjährlich (!) ein Objekt aus einem der drei Reiche – ein Tier, eine Pflanze oder ein Mineral – vollständig hinsichtlich seiner Bedeutung für die Medizin bearbeiten und monographisch darstellen. Es wäre so eine Enzyklopädie der Heilwirkungen entstanden. Damit war die Arbeitskapazität der Einzelnen natürlich beträchtlich überschätzt worden; es sind auch nur sehr wenige dieser Monographien und diese wiederum in wesentlich größeren Zeiträumen entstanden, aber es war die Richtung dieser *Academia naturae curiosorum* vorgegeben, nämlich medizinisch und naturwissenschaftlich zu arbeiten. Im Laufe der Zeit wurden dann auch Naturforscher, deren Schwerpunkt nicht die Medizin war, aufgenommen.

Es war von vornherein vorgesehen, die Akademie nicht regional zu verankern, sondern zur Reichsakademie zu machen. Das gelang, als 1687 die Privilegierung durch Kaiser LEOPOLD I. erreicht wurde. Seitdem trägt die Akademie die Zusatzbezeichnung *Academia Caesarea Leopoldina* oder eben kurz den Namen Leopoldina, unter dem sie heute weltweit bekannt ist.

Nun ließe sich noch viel über die Geschichte im Laufe der Jahrhunderte sagen. Hier sei nur bemerkt, dass anfänglich die Akademie immer ihren Sitz mit dem Wirkungsort des Präsidenten wechselte, so dass – um nur den westlichsten und den östlichsten Ort zu nennen – die Akademie immer wechselnd zwischen Bonn und Breslau angesiedelt war. Doch die Mühen eines Umzugs wurden infolge des stetig wachsenden Archivs und der zunehmenden Bibliothek immer größer, so dass, nachdem 1878 der Hallenser Physiker Hermann KNOBLAUCH das Präsidentenamt übernommen hatte, nach einigen Diskussionen entschieden wurde, Halle als festen Sitz der Akademie zu wählen, wobei es bis heute geblieben ist.

Ich überspringe einige Jahrzehnte und die DDR-Zeit, während der die Akademie eine ganz spezifische und singuläre Rolle gespielt hat, und komme gleich in die 1990er Jahre. Wie erwähnt, war die Akademie medizinisch und naturwissenschaftlich orientiert und hatte, abgesehen von der Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin, auch nur entsprechend ausgerichtete Sektionen. Sie hatte auch gut daran getan, es während der beiden Diktaturen auf deutschem Boden dabei zu belassen. Doch nach der friedlichen Revolution in der DDR konnten gewisse politische Rücksichten fallengelassen und der Entwicklung der Wissenschaften Rechnung getragen werden, die ja stark durch interdisziplinäres Arbeiten geprägt ist, wobei gerade unter dem Aspekt öffentlicher Wahrnehmung sich die Einbeziehung von Sozial-, Rechts- und Geisteswissenschaftlern bei der Darstellung komplexer Probleme

als notwendig erwies. Als Ergebnis vieler intensiver Diskussionen öffnete sich die Akademie solchen Disziplinen, die mittlerweile ebenfalls mit naturwissenschaftlichen Methoden arbeiten oder die den Naturwissenschaften nahestehende Gebiete erforschen. So wurden die Sektionen „Ökonomik und Empirische Sozialwissenschaften“, „Empirische Psychologie und Kognitionswissenschaften“ sowie „Kulturwissenschaften“ neu gegründet. Aber auch der naturwissenschaftlich ausgerichtete Bestand an Sektionen wurde im Hinblick auf Anwendungen durch Einrichtung der Sektionen „Informationswissenschaften“ und „Technikwissenschaften“ erweitert.

Eine wichtige Aufgabe sieht die Akademie in der Förderung des wissenschaftlichen Austauschs, national und international. So werden neben den in den ungeraden Jahren in der Regel in Halle stattfindenden Jahresversammlungen die Jahreskonferenzen zu speziellen Themen in den dazwischen liegenden Jahren in unterschiedlichen Orten veranstaltet, im Jahr 2006 wurde über Stammzellforschung in Dresden diskutiert, in diesem Jahr wird das Thema in München „Dunkle Materie“ sein. Der größte Teil der Meetings und Symposien findet, wie auch das heutige, außerhalb Halles in Deutschland, im deutschsprachigen Ausland – den sogenannten Stammländern der Akademie –, aber im zunehmendem Maße auch im nicht-deutschsprachigen Ausland statt. So war die Teilsektion „Geographie“ im Jahr 2006 in Ungarn zu Gast, im vergangenen Jahr hat ein Symposium über Nanotechnologie in China sowie eines über Infektionskrankheiten in Indien stattgefunden, jeweils in Kooperation mit den dortigen nationalen Akademien der Wissenschaften.

Sie wissen selbstverständlich, dass die Leopoldina noch in diesem Jahr Nationale Akademie für Deutschland werden wird. Der Bundespräsident hat die Schirmherrschaft übernommen, im Juli wird in einem Festakt die Ernennung vorgenommen werden. Ziel wird es sein, im Sinne von Politikberatung mit wissenschaftlich fundierten Stellungnahmen zu gesellschaftlich wichtigen, wissenschaftlich geprägten Fragestellungen Szenarien zu entwickeln und Folgen abzuschätzen, um Unterlagen zu erarbeiten, die als Entscheidungshilfen dienen können. Dabei wird die Akademie nicht – wie diverse Beratungsinstitutionen – Auftragnehmer der Politik sein, sondern sie wird von sich aus Probleme aufgreifen, die sich abzeichnen und die versprechen, langfristig Bedeutung zu haben. Für alle Akademiemitglieder entstehen hier neue Aufgaben, ist doch jede und jeder aufgerufen, solche Problemfelder zu identifizieren und zu den entsprechenden Stellungnahmen beizutragen. Die Möglichkeit, Ergebnisse dieses Meetings für eine Stellungnahme nutzbar zu machen, hatte ich bereits erwähnt. Es ist ein besonderes Anliegen, bei der Bearbeitung von Positionspapieren möglichst viele Sektionen einzubeziehen, selbstverständlich in besonderem Maße auch die sozial- und geisteswissenschaftlichen Bereiche, und mit der Akademie für Technikwissenschaften *acatech* und den Länderakademien zu kooperieren. Die Leopoldina ist für diese Aufgabe gut gerüstet, hat sie doch in den vergangenen Jahren bereits zahlreiche Stellungnahmen erarbeitet. Ich nenne hier nur die Papiere zur Energieversorgung, zur Nanotechnologie, zu Infektionskrankheiten und zur Stammzellforschung. Nicht vergessen werden soll in diesem Zusammenhang, dass bei der Vorbereitung der wissenschaftlichen Experten für die G8-Gipfel die Leopoldina im Kreise der Nationalen Akademien der beteiligten Länder Deutschland federführend vertreten hat. Die Papiere zum Gipfel 2007 in Heiligendamm wurden daher folgerichtig unter Leitung der Leopoldina bei Treffen der Vertreter aller Akademien in Halle vorbereitet.

Die Erhebung zur Nationalen Akademie ist für die Leopoldina eine große Ehre und Anerkennung ihrer bisherigen Arbeit, sie bedeutet aber auch für jedes Mitglied aktive Mitarbeit und zusätzliche Anstrengung, um die hochgestellten Erwartungen zu erfüllen.

Gunnar Berg

Ich will nicht schließen, ohne noch einmal allen an der Vorbereitung und Durchführung der Tagung Beteiligten zu danken, an erster Stelle natürlich Herrn Kollegen BLÜMEL und seiner Arbeitsgruppe, die hier in Stuttgart dafür gesorgt haben, dass wir uns wohl fühlen können. Ihnen, meine Damen und Herren, wünsche ich interessante Vorträge, anregende Diskussionen und einen rundum angenehmen Aufenthalt hier im schönen Ambiente des Linden-Museums und in Stuttgart, wenn Sie auch bei dem dichten Programm wohl wenig Zeit finden werden, viel von der Stadt kennenzulernen.

Prof. Dr. Dr. Gunnar BERG
Universität Halle
Fachbereich Physik
06099 Halle (Saale)
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 345 55251462
Fax: +49 345 5527159
E-Mail: gunnar.berg@physik.uni-halle.de

Grußwort

Roland HAHN (Stuttgart)

Sehr verehrter Herr Präsident,
Sehr verehrte Damen,
Sehr geehrte Herren,

als Vorsitzender der Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde zu Stuttgart (GEV) begrüße ich Sie zu Ihrem Leopoldina-Meeting hier im Linden-Museum in Stuttgart.

Das Thema „Wüsten – natürlicher und kultureller Wandel in Raum und Zeit“ entspricht wesentlichen Zielen unserer Gesellschaft, nämlich der „Pflege und Verbreitung geographischer Kenntnisse und der Förderung erd- und völkerkundlicher Forschungen“. In der Verbindung von Völkerkunde und Geographie schätzen unsere Mitglieder die Zusammenhänge zwischen naturräumlichen, kulturellen und ökologischen Aspekten unserer Welt und des anhaltenden Strukturwandels. Mit 1600 Mitgliedern sind wir die größte aller geographischen Gesellschaften in Deutschland.

Die Besonderheit unserer Gesellschaft liegt in der Verknüpfung von Völkerkunde und Geographie. Diese ergibt sich aus der historischen Entwicklung: Um 1882 hatten Kaufleute, Banker, Fabrikanten von jungen Textil-, Maschinenbau-, Möbelunternehmen und Gerätebauer in vielen Städten Württembergs den „Württembergischen Verein für Handelsgeographie“ gegründet. Gefragt waren damals geographische Informationen über die Kolonien und über Austausch- und Marktbedingungen in fremden Ländern. Zur anschaulichen Präsentation von Staaten und Kulturen organisierte man Ausstellungen mit Objekten der unbekannteren Lebensräume und Wirtschaftsformen. So entstanden die Sammlungen mit Objekten aus verschiedenen Kulturregionen der Welt; im Jahre 1893 zählte man bereits 3000, 1899 schon 10000 Objekte. Wesentlich gefördert wurden die Sammlungen durch König WILHELM II.

Persönlichkeiten prägten die Entwicklung des Vereins, nämlich:

- Karl Graf VON LINDEN, Namensgeber für das Museum;
- Theodor WANNER; nach ihm wurde der schöne Wanner-Saal benannt;
- Wolfgang MECKELEIN; er organisierte die Umstrukturierung des Vereins 1973.

Graf VON LINDEN war Vorsitzender der Gesellschaft von 1888 bis 1910. Er aktivierte das Vortragswesen mit Referenten wie Erich VON DRYGALSKI, Alfred WEGENER, Max EYTH, Sven HEDIN und Roald AMUNDSEN. Der Verein für Handelsgeographie erreichte eine große Auf-

merksamkeit, die Vorträge waren zum gesellschaftlichen Ereignis der Stadt geworden; König WILHELM hatte viele Veranstaltungen des Vereins besucht.

Nach 1900 konzentrierte sich Graf VON LINDEN zunehmend auf den Ausbau der völkerkundlichen Sammlungen und auf den Bau eines Museums. Als Hofkammerherr in der württembergischen Verwaltung nutzte er seine vielfältigen Beziehungen zur Bereitstellung von Finanzmitteln und zum Kauf von Grundstücken hier am Hegelplatz. „Ganz aus eigener Kraft“ konnte der Bau 1910 begonnen und kurz nach dem Tod von Graf VON LINDEN im Jahre 1911 fertig gestellt werden. Es war das einzige vollständig privat finanzierte Museum Deutschlands. Die Vorbereitungen zum 100-jährigen Jubiläum des Museums 2011 haben bereits begonnen. Zu Recht trägt das Museum den Namen „Linden-Museum“.

In Anerkennung besonderer Leistungen hat der Verein die Graf-von-Linden-Medaille prägen lassen. Zum 125-jährigen Jubiläum der Vereinsgründung im Jahr 2007 haben wir diese an den Wissenschaftler Hans-Georg BOHLE vom Geographischen Institut der Universität Bonn und an den bundesweit bekannten Unternehmer Berthold LEIBINGER, Eigentümer der Firma Trumpf, Weltführer der Lasertechnologie und Förderer des Museums, vergeben.

Kommerzienrat Theodor WANNER war Vorsitzender des Vereins von 1928 bis 1953. Es war ihm gelungen, die Attraktivität des Vereins mit Vorträgen der Geographen Norbert KREBS, Leo WAIBEL, Walter BEHRMANN, Otto MAULL, Edwin FELS sowie des Völkerkundlers Leo FROBENIUS und von Albert SCHWEITZER fortzuführen. Eine herausragende Leistung erreichte WANNER in der Nachkriegszeit mit dem Wiederaufbau des großenteils kriegszerstörten Gebäudes und der Wiederbelebung des Vereins nach dem Zweiten Weltkrieg. Heute steht das Gebäude unter Denkmalschutz.

In der Nachkriegszeit entwickelte sich zunächst ein großes Interesse an geographischen und völkerkundlichen Vorträgen, die in den 1950er und 1960er Jahren 300 bis 400 Besucher pro Vortrag mobilisierten. Zu den Referenten gehörten die Geographen Herbert WILHELMY, Julius BÜDEL, Horst MENSCHING, Herbert LOUIS, Hermann FLOHN, Hans BOESCH, Wolfgang MECKELEIN, Eugen WIRTH u. a. Mit dem Aufkommen von Fernsehen, von Wohlstand, Reisen und mit der Individualisierung der Lebensstile erreichen die Vorträge heute noch 100, bei besonderen Veranstaltungen rund 200 Besucher.

Unter Mitwirkung des Vorsitzenden Wolfgang MECKELEIN musste der Verein 1973 aus finanziellen Gründen neu organisiert werden. Das bis dahin private Museum wurde an das Land Baden-Württemberg, heute vertreten durch das Ministerium für Wissenschaft und Kunst, und an die Stadt Stuttgart, je zur Hälfte, unentgeltlich übergeben. Die Mitglieder haben das Recht erhalten, den Wannersaal und weitere Einrichtungen des Museums kostenlos zu nutzen. Der Verein erhielt seinen heutigen Namen „Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde zu Stuttgart e. V.“.

Mit Beginn des Jahres 2008 ist die bisherige kameralistisch finanzierte Landeseinrichtung in einen Landesbetrieb umfunktioniert worden, was neue organisatorische Veränderungen zur Folge haben wird.

Bei 1600 Mitgliedern erreichen wir mit 12 bis 13 geographischen und völkerkundlichen Vorträgen im Jahr 1000 bis 1500 Besucher, also rund 100 Besucher pro Vortrag. Die Konkurrenz an Veranstaltungen aller Art verlangt neue Formen von Aktivitäten. Wir bemühen uns um eine Differenzierung der Vorträge und Exkursionen, um die Organisation von Arbeitskreisen, Diskussionsrunden zu Themen von Ausstellungen und Vorträgen, wir wenden uns an die verschiedenen Alters- und Herkunftsgruppen, z. B. an Schüler und Jugendliche, an Mitarbeiter von Unternehmen und anderen Einrichtungen sowie an Senioren.

So bietet auch Ihr Thema „Wüsten – natürlicher und kultureller Wandel in Raum und Zeit“ unseren Mitgliedern und Gästen die einmalige Gelegenheit, aktuelles Wissen über die Auswirkungen des Klimawandels in den hoch sensiblen Trockengebieten der Welt zu erhalten.

Wir danken Herrn Prof. Dr. W. BLÜMEL für die Organisation des Meetings hier in Stuttgart. Wir wünschen dem Symposium eine vielseitige Beachtung und ein gutes Gelingen.

Prof. Dr. Dr. h. c. Roland HAHN
Vorsitzender der Gesellschaft für Erd-
und Völkerkunde zu Stuttgart e.V. (GEV)
Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde e. V.
c/o Linden-Museum Stuttgart
Hegelplatz 1
70174 Stuttgart
Bundesrepublik Deutschland

Trockenräume als Risikoräume

Hans-Georg BOHLE ML (Bonn)

Mit 10 Abbildungen

Zusammenfassung

In dem Beitrag steht die Frage im Vordergrund, wie Menschen und gesellschaftliche Gruppen mit Risiken umgehen, mit denen sie speziell in Trockenräumen konfrontiert werden. Zuerst wird der sozialwissenschaftliche Kontext herausgearbeitet, in dem die Thematik Risiko und Risikoräume eingebettet ist. Dazu werden zwei dominante sozialwissenschaftliche Risikodiskurse vorgestellt – die Soziologie des Risikos von N. LUHMANN und die Weltrisikogesellschaft von U. BECK –, aus denen sich geographisch relevante Konzepte von Risiko ableiten lassen. Danach werden zwei empirische Fallstudien über Trockenräume als Risikoräume vorgestellt, in denen die zuvor behandelten Risikokonzepte veranschaulicht werden. Eine erste, ältere Fallstudie behandelt die verheerende Dürrekatastrophe und Hungerkrise in Darfur/Sudan (1985) und die Folgen von Nothilfeprogrammen für die betroffene Bevölkerung. Eine zweite, aktuelle Fallstudie beschäftigt sich mit alltäglichen Dürreerisiken in Trockenräumen von Orissa/Indien (2008) und den gesellschaftlichen Bewältigungs- und Anpassungsstrategien von Dorfbevölkerungen. Zum Schluss wird vor dem Hintergrund der Fallstudien U. BECK'S These einer neuen globalen „Entsicherungsgesellschaft“ diskutiert.

Abstract

The paper focuses on the question how people and social groups handle risks that they particularly face in deserts and drought-prone regions. In a first step, social science concepts of risk and risk spaces are discussed. Two dominant discourses on risk are sketched out – the discourses on the sociology of risk by N. LUHMANN and on the global risk society by U. BECK – that both contribute to geographically relevant conceptions of risk and risk spaces. In a second step, two empirical case studies on dry regions as risk spaces are presented. The first, older case study is on the deadly drought disaster and famine crisis in Darfur/Sudan (1985). It focuses on the consequences of international disaster relief measures for the affected populations. The second case study on Orissa/India (2008) examines how drought-affected village populations, in their everyday life, cope with and adapt to drought risks. The paper concludes by linking the case studies to U. BECK'S hypothesis of a new global risk society.

1. Einführung in die Thematik

Risiko, so Niklas LUHMANN in seiner *Soziologie des Risikos* von 1991, ist ein durch und durch gesellschaftliches Konzept. Risiko ist stets sozial konstruiert, es wird gesellschaftlich wahrgenommen und kommuniziert, es wird zwischen konfligierenden gesellschaftlichen Gruppen ausgehandelt und bewertet, es werden Anpassungsleistungen an Risiko erbracht, und Risiko wird mehr oder weniger erfolgreich von Gesellschaften bewältigt. In diesem Beitrag steht die Frage im Vordergrund, wie Menschen und gesellschaftliche Gruppen mit Risiken umgehen, mit denen sie speziell in Trockenräumen konfrontiert werden. Dabei werden zwei Typen von Risiken behandelt: Zum einen geht es um Krisensituationen in Trockenräumen, bei denen Dürrekrise und

Hunger die Menschen bedrohen. Zum zweiten geht es um Konfliktsituationen; Trockenräume mit ihren oft fragmentierten ethnischen, religiösen und sprachlichen Gesellschaften und den daraus resultierenden unterschiedlichen Interessenslagen zwischen gesellschaftlichen Gruppen machen das Zusammenleben oft konflikthaft, prekär und gewalttätig. Krisen- und Konfliktsituationen sind für sozial- und kulturwissenschaftliche Forschung auch deswegen von besonderer Bedeutung, weil sie, so der Harvard-Anthropologe Parker SHIPTON (1990), besonders tiefe Einblicke in die innere Wirkungsweise von Gesellschaften ermöglichen.

Im Folgenden wird in einem ersten Abschnitt der sozialwissenschaftliche Kontext herausgearbeitet, in den die Thematik Risiko und Risikoräume eingebettet ist. Dazu werden zwei dominante sozialwissenschaftliche Risikodiskurse vorgestellt, und es werden daraus geographisch relevante Konzepte von Risiko und Risikoräumen abgeleitet. In den beiden folgenden Abschnitten wird dieser Kontext mit zwei konkreten empirischen Fallstudien verknüpft, einer aus Sahel-Afrika, einer aus Südasien. Dabei wird das Tagungsmotto – „Natürlicher und kultureller Wandel in Raum und Zeit“ – dezidiert aufgegriffen, indem nicht nur zwei räumlich sehr unterschiedliche, sondern auch zeitlich verschieden einzuordnende Fallstudien (eine von Mai bis Juli 1985, eine von Februar/März 2008) vorgelegt werden. Zum Abschluss werden die Fallstudien in den größeren Zusammenhang einer „Globalisierung von Risiko“ gestellt und mit der These von einer neuen „Entsicherungsgesellschaft“ verknüpft.

2. Risiko und Risikoräume

Im Folgenden werden zwei dominante sozialwissenschaftliche Diskurse über Risiko vorgestellt, aus denen unterschiedliche Konzepte von Risiko und Risikoräumen abzuleiten sind. Der erste Diskurs (vgl. Abb. 1) ist mit den Arbeiten von Niklas LUHMANN (1991) verknüpft und bezieht sich auf die Unterscheidung von Risiko und Gefahr. LUHMANN postuliert, dass Gefahren eine Gesellschaft von außen bedrohen; er nennt dabei vor allem Naturgefahren, die in vormodernen Gesellschaften als nicht kalkulierbar, ja gottgegeben hingenommen wurden. Oft wurden solche Gefahren auch in den Kosmologien der betreffenden Gesellschaften verankert und rituell verarbeitet, z. B. in Form von Naturgottheiten und dem Versuch, durch Opfergaben drohende Gefahren abzuwenden. Risikoräume sind vor diesem Hintergrund in der Regel lokale Gefahrenräume. Ein Beispiel sind etwa lokale Hungerkatastrophen, wie sie in allen Trockenräumen der Welt speziell in vorkolonialer Zeit infolge von Dürrekatastrophen an der Tagesordnung waren.

LUHMANNs zentrale These begreift Risiko demgegenüber als solche Gefahren, die von der Gesellschaft kalkuliert werden können, die als innergesellschaftlich und durch menschliches Handeln hervorgerufen begriffen werden. Für LUHMANN ist die gesamte Moderne ein Beispiel dafür, wie es Gesellschaften mehr und mehr gelungen ist, Gefahren in Risiken umzuwandeln. Der Grad, wie Gesellschaften dies gelungen ist, wird von LUHMANN letztlich als Maß für die Entwicklung der neuen „Risikogesellschaften“ angesehen. Die gesamte Geschichte der modernen Marktwirtschaft ist vor diesem Hintergrund als der kalkulierte, handlungsbezogene Versuch zu verstehen, Kapital mit kontrollierten Risiken produktiv und gewinnträchtig einzusetzen. In Hinsicht auf Risikoräume sind dies Gesellschaften, in denen sich der räumliche Maßstab immer mehr vom Lokalen hin zum Großräumigen, ja Globalen verschiebt. Der gesellschaftliche Umgang mit Risiko wird dabei mehr und mehr zu einer weltgesellschaftlichen Herausforderung.



Abb. 1 Risiko und Risikoräume. Entwurf: H.-G. BOHLE 4/2008, nach LUHMANN 1991, BECK 1986, 2007

Hier knüpft die These der „Weltrisikogesellschaft“ von BECK (1986, 2007) an, die einen zweiten Risikodiskurs konstituiert. Speziell in seiner neuesten Publikation *Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit* (2007) postuliert BECK, dass sich zurzeit ein rigoroser Umschwung vollzieht, bei dem sich Risiko nicht mehr in erster Linie als Chance, sondern als neue, nicht mehr kalkulierbare und nicht mehr durch gesellschaftliches Handeln zu bewältigende Herausforderung darstellt. Zu den zentralen Thesen von BECK gehört die Vorstellung einer „ökologischen Risikogesellschaft“. Das Beispiel des globalen Klimawandels macht deutlich, dass es sich hier um Risiken handelt, die letztlich nicht mehr kalkulierbar sind und deren Bewältigung mit herkömmlichen Methoden von Risikomanagement nicht mehr machbar ist. Gleiches gilt auch für die neuen globalen Risiken im Bereich der immer stärker globalisierten Finanz- und Wirtschaftssysteme oder auch für die sozialen Sicherungssysteme weltweit. Überspitzt ausgedrückt lassen sich die Vorstellungen von BECK so interpretieren, dass die Welt allmählich in eine neue „Gefahrenengesellschaft“ im Sinne von LUHMANN

eintritt, in der die neuen globalen Risiken zwar gesellschaftlich erzeugt, aber eben nicht mehr kalkulierbar, beherrschbar und produktiv einsetzbar sind.

Die folgenden beiden Fallbeispiele ordnen sich in eine krisen- und konfliktorientierte sozialwissenschaftliche Risikoforschung ein. Eine solche Perspektive bildet beispielsweise den Hintergrund für den neuesten Jahresberichtes des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung zum globalen Umweltwandel (WBGU 2008), der den Klimawandel als „Sicherheitsrisiko“ interpretiert. Dabei werden Konfliktkonstellationen in ausgewählten Brennpunkten vorgestellt (Abb. 2). Prominente Beispiele für solche Konfliktkonstellationen sind die klimabedingte Degradation von Süßwasserressourcen, der Rückgang der Nahrungsmittelproduktion, die Zunahme von Sturm- und Flutkatastrophen sowie die umweltbedingte Migration. Die folgenden beiden Fallbeispiele beziehen sich auf zwei der vom WBGU identifizierten Brennpunkte: Sahel-Afrika (mit einem Schwerpunkt auf Hungerrisiken) sowie Südasien, wo extreme Wetterereignisse sowie umweltbedingte Migration als Konfliktkonstellationen im Mittelpunkt stehen.

3. Dürrekatastrophe und Hungerkrise in West-Dafur/Sudan (1985)

Mitte der 1980er Jahre verzeichnete die gesamte Sahelzone eine katastrophale Dürre- und Hungerkrise, die sich vor allem in solchen Regionen verheerend auswirkte, in denen zu-

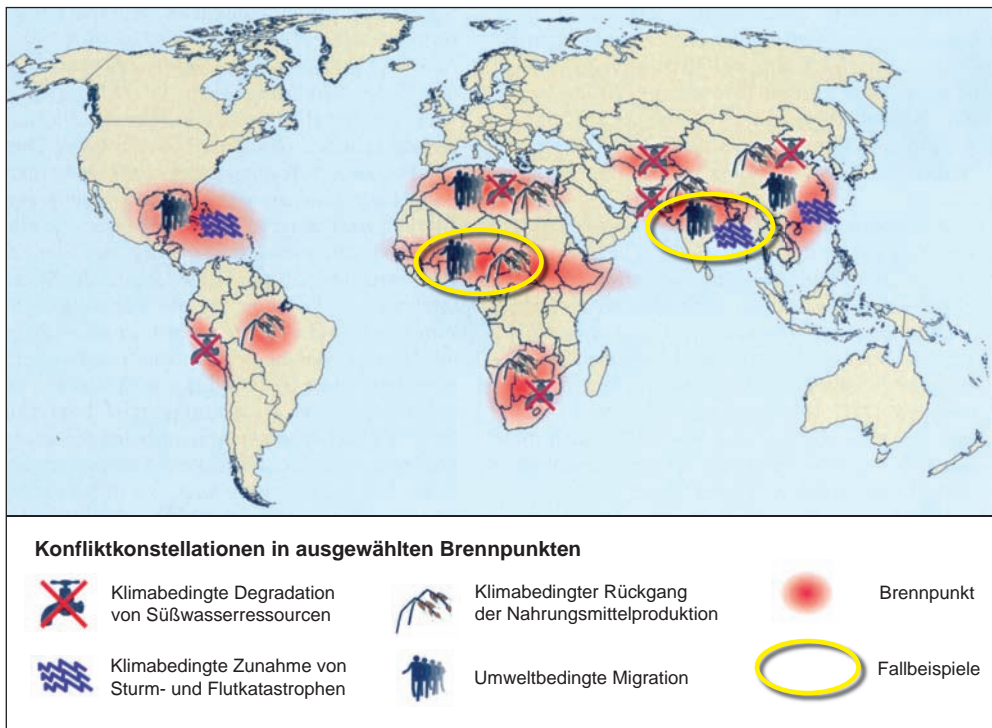


Abb. 2 Sicherheitsrisiko Klimawandel: regionale Konfliktkonstellationen. Quelle: WBGU 2008, S. 4 (verändert)

sätzlich ethnische Konflikte, Gewalt, fragile Staatlichkeit oder sogar die politische Instrumentalisierung von Hunger wirksam wurden. Ein solches Beispiel ist der West-Sudan, wo die Hungerkatastrophe zwischen 1983 und 1985 mindestens 100 000 Menschenleben kostete und Millionen Menschen zu Hungerflüchtlingen machte (Abb. 3). In Zusammenarbeit mit der Deutschen Welthungerhilfe konnte im Sommer 1985 eine kleine empirische Studie zur Frage der Bewältigungsmöglichkeiten von Hungerkrise und Hungerkrisenmanagement durchgeführt werden (BOHLE 1986, 2008). Die von Hunger betroffenen Menschen in den Dürreregionen des West-Sudan hatten zu dieser Zeit bereits drei Jahre ohne substantielle Erntemöglichkeiten erdulden müssen. Viele von ihnen ernährten sich von wilden Früchten (Abb. 4). Die Männer waren in der Regel abgewandert und hatten versucht, sich in produktiven Agrarregionen oder in Städten einen Lebensunterhalt zu sichern. Oft waren dabei die Verbindungen zur zurückgebliebenen Familie abgebrochen. Die alleingelassenen Frauen, Kinder und alten Menschen versuchten, in riesigen von der Weltgemeinschaft finanzierten Lagern ihr Überleben zu sichern (Abb. 5). Viele von ihnen schafften den Weg in die wenigen Hungerlager nicht mehr rechtzeitig, und speziell Kinder und alte Menschen starben auch nach Ankunft in den Hungerlagern oft an Auszehrung und Entkräftung.

Vor diesem Hintergrund hatte die Deutsche Welthungerhilfe versucht, dezentrale Versorgungspunkte für Nahrungsmittel aufzubauen und es den Menschen zu ermöglichen, in oder nahe ihren Dörfern zu verbleiben. So sollte sichergestellt werden, dass die ohnehin stark geschwächten Menschen nicht zu langen Hungermärschen gezwungen waren. Außerdem stand die Überlegung im Vordergrund, dass die lokale Bevölkerung nach Einsetzen von neuen Regenfällen in der Lage sein sollte, möglichst rasch ihre Feldarbeit wieder aufzunehmen und sich aus eigener Kraft ernähren zu können. Während es unter großen Anstrengungen weitgehend gelang, dieses Ziel zu erreichen, blieb ein zentrales Element der Nahrungsmittelversorgung dennoch ungelöst: die Trinkwasserversorgung (Abb. 6). Aufgrund der Dürre waren mehr und mehr Brunnen trocken gefallen, so dass die zurückgebliebenen Menschen



Abb. 3 Hungerflüchtlinge auf dem Weg zum Hungerlager (Darfur/Sudan 1985). Foto: H.-G. BOHLE 1985



Abb. 4 Wilde Früchte als Notnahrung in der Hungerkrise (Darfur/Sudan 1985). Foto: H.-G. BOHLE 1985



Abb. 5 Hungerlager bei El Geneina/Darfur 1985. Foto: H.-G. BOHLE 1985

zunehmend gezwungen waren, große Distanzen zu den noch existierenden Brunnen zurückzulegen (Abb. 7). Dies führte auch dazu, dass sich ein Markt für Trinkwasser herausbildete, bei dem Händler Trinkwasser in Kanistern an diejenigen Dorfbewohner verkauften, die noch über letzte Geldreserven verfügten. Vor dem Hintergrund der aktuellen sozialwissenschaftlichen Risikoforschung zeigt dieses Fallbeispiel, dass vielschichtige humanitäre Krisen ganz neue Formen von gesellschaftlichen Risiken verursachen. Von den Entwicklungsagenturen werden diese als *complex emergencies* bezeichnet (z. B. GTZ 2008). Komplex sind diese Krisen insofern, als sich hier ökonomische, politische und ökologische Ursachen miteinander verknüpfen; weil Hunger, Gewalt, Vertreibung und Flucht die Lebensgrundlagen der betroffenen Menschen in immer komplexerer Weise unterminieren; weil diese Krisen weder klare Anfangs- noch fassbare Endpunkte haben; und weil die auftretenden Risiken für die Betroffenen nicht mehr kalkulierbar sind.



Abb. 6 Auf der Suche nach Trinkwasser: Dürrekatastrophe Darfur/Sudan 1985. Foto: H.-G. BOHLE 1985

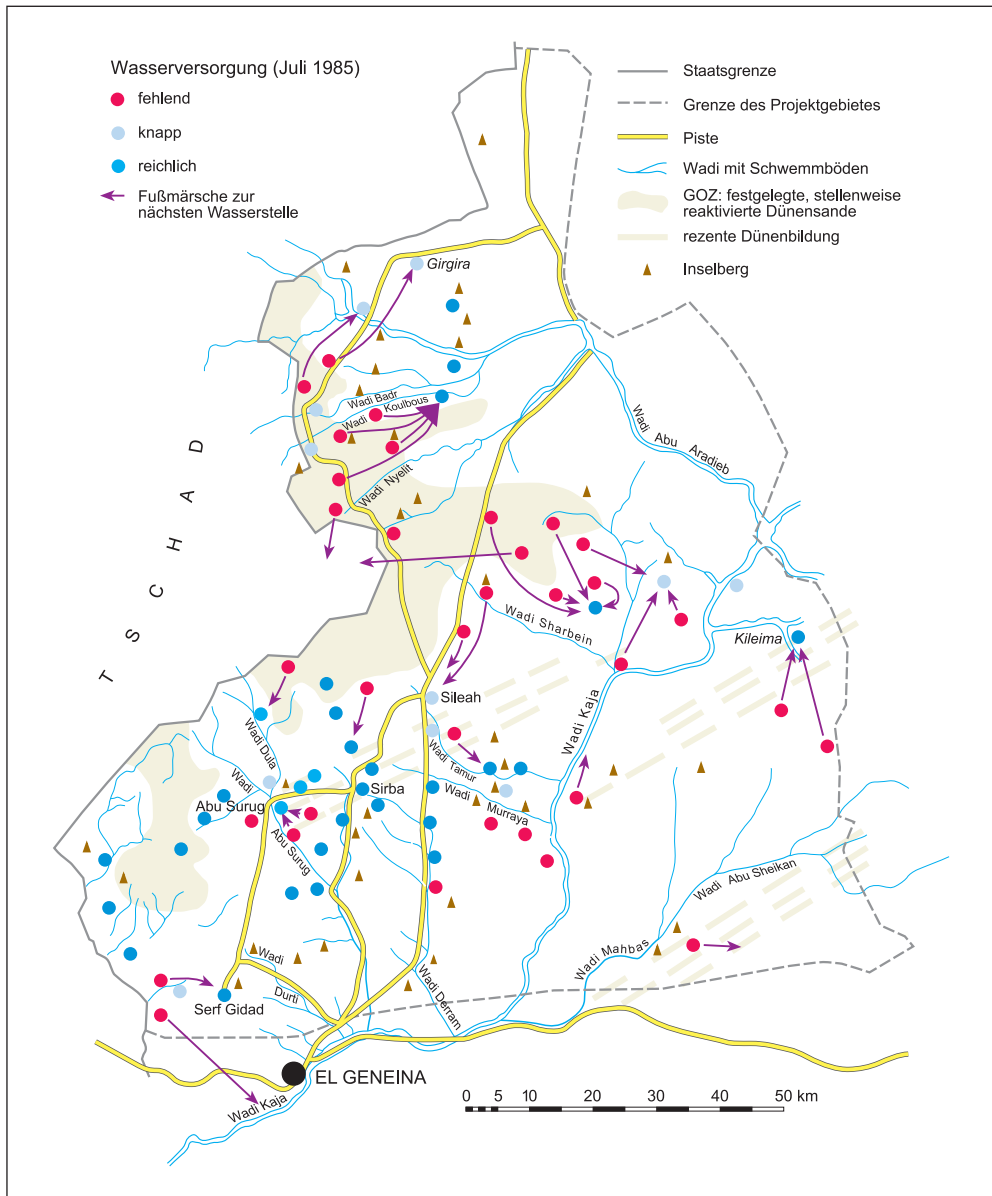


Abb. 7 Sicherheitsrisiko Trinkwassermangel: Darfur/Sudan 1985. Entwurf und Erhebung: BOHLE 1985

4. Dürreerisiken in den Trockenräumen von Orissa/Indien (2008)

In einer Expertenurfrage hat Anfang 2008 eine Gruppe von Wissenschaftlern um Hans Joachim SCHELLNHUBER, Leiter des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, neun vom Klimawandel besonders gefährdete Regionen ausgegliedert (SCHRADER 2008). Dabei wur-

den Regionen identifiziert, in denen der Klimawandel noch in diesem Jahrhundert seinen kritischen Punkt erreichen könnte und in denen sich die Umwelt dann unwiderruflich und womöglich beschleunigt verändert. Eine der besonders gefährdeten Regionen sind die Monsungebiete in Südasien. Davon sind etwa in Indien besonders solche Regionen betroffen, in denen Regenfeldbau vorherrscht und wo keine großflächigen Bewässerungssysteme kritische Trockenzeiten überbrücken könnten. Hierzu zählt auch das zentrale Orissa.

Orissa ist derjenige Bundesstaat von Indien, in dem sich besonders viele klimabedingte Risiken miteinander verknüpfen und in dem sich kleinräumig mehrere Risiken überlagern können: Wirbelstürme und Dürren; Dürren und Flussüberschwemmungen; Wirbelstürme und Flussüberschwemmungen; oder sogar Wirbelstürme, Dürren und Überschwemmungen (Abb. 8). Aktuelle Forschungen aus der Arbeitsgruppe des Verfassers in Trockenräumen von Orissa in Nordostindien (Bearbeiter: Diplom-Geograph Sebastian JÜLICH) konzentrieren sich auf Fragen der Bewältigung von Dürrekrisen. Die Distrikte Balangir und Kalahandi, in denen die Feldforschung zurzeit stattfindet, gelten als besonders dürebedrohte Distrikte, in denen ein extrem hohes Hungerrisiko für die Landbevölkerung besteht. Die Forschung hat belegt, dass die Menschen sich der Dürreanfälligkeit sehr bewusst sind und dass sie auch in differenzierter Weise in der Lage sind, ihr jeweiliges Dürreisiko zu benennen und zu bewerten. Haushalte mit sehr hohen Risikoexpositionen, so verschiedene Dorfstudien, wandern in Dürrekrisenzeiten in der Regel in Städte ab und versuchen, ihre Familien von dort aus zu un-

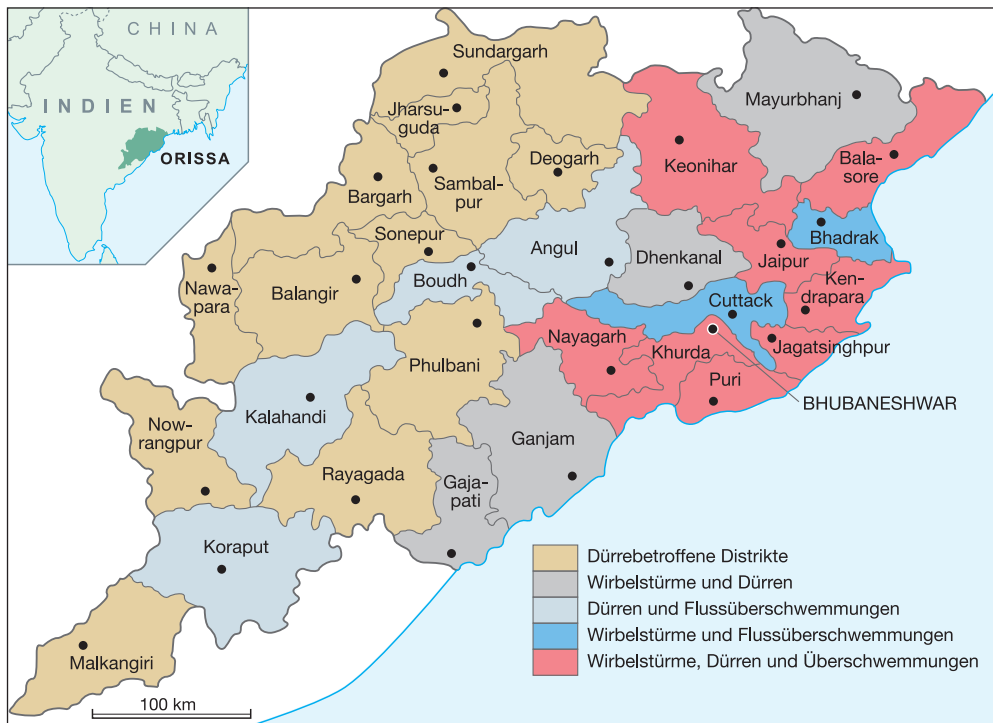


Abb. 8 Multiple Sicherheitsrisiken durch Naturgefährdungen in Orissa/Indien. Quelle: ergänzt nach www.un.org.in/dmt/orissa/maps25072001.htm

terstützen. Hier ergeben sich durch die Häufigkeit der Dürresituationen bereits fest etablierte Wandlungsmuster (JÜLICH 2010). Diejenigen Haushalte, die nicht einmal die Mittel haben, temporär in umliegende Städte abzuwandern, versuchen durch das Sammeln von wilden Früchten, Gräsern (zur Herstellung von Besen) oder durch die Aufnahme von Krediten ihren Lebensunterhalt zu sichern (Abb. 9).

Eine wichtige Grundlage für die Bewältigung von Dürrekrisen und den Umgang mit Hungerrisiken sind die Informationen, die den Dorfbewohnern über Dürre zur Verfügung stehen. Die Forschung zeigt, dass formelle Quellen in den abgelegenen Dörfern von Zentral-Orissa dabei kaum eine Rolle spielten (z. B. amtliche Verlautbarungen, Informationen über staatliche Entwicklungsdienste oder über den Rundfunk). Vielmehr vertrauen die meisten Dorfbewohner nach wie vor astrologischen Prognosen. In einigen Dörfern konnte festgestellt werden, dass rund 80% der Dorfbewohner ihr Verhalten in Bezug auf Dürren von den Prognosen des astrologischen Werkes *Panji* abhängig machen, das für jedes Jahr und jeden Monat die Niederschlagssituation prognostiziert (Abb. 10). Außerdem werden Naturphänomene, wie das Fressverhalten von Vögeln oder die Häufigkeit von Nebel, als Indikatoren für Dürreerisiken verwendet. Diese Art der Risikokommunikation zeigt, dass Dürre in peripheren Trockenregionen von Indien noch immer in erster Linie mehr als eine Gefahr im Sinne von LUHMANN, denn als ein kalkulierbares, handlungsbezogenes Konzept von Risiko und Risikobewältigung aufgefasst wird.



Abb. 9 Besenbinden als Einkommensquelle in der Dürrekrise (Orissa/Indien 2008). Foto: S. JÜLICH 2008

ଶ୍ରୀ ଶ୍ରୀ ଜଗନ୍ନାଥ ଦେବୋ ବିଜୟତେ ତରାମ୍
 ବର୍ଷକ୍ରମାଗତ ଶ୍ରୀ ଶ୍ରୀ ଜଗନ୍ନାଥ ମନ୍ଦିରରେ ପ୍ରଚଳିତ
 ଓଡ଼ିଶାର ସର୍ବପୁରାତନ ତଥା ବିଶ୍ୱସ୍ତ
 ପୂଜାଶନ ସଂସ୍ଥା *ଶ୍ରୀମତୀ ସୁମତୀ ସୁମତୀ* ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ

ରାଷ୍ଟ୍ରପତି ସମ୍ମାନପ୍ରାପ୍ତ ପଣ୍ଡିତ ଏ କଳମଣି ମିଶ୍ରଙ୍କର ସୁଯୋଗ୍ୟ ଶିଷ୍ୟ ବୃନ୍ଦ ବୁଢ଼ି-ଧର୍ମଶାସ୍ତ୍ରାଚାର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ସଂଶୋଧିତ,
 ଶ୍ରୀମନ୍ଦିର ପୂଜାପଣ୍ଡା ନିଯୋଗ ସମର୍ଥକ, ମୁକ୍ତିମଣ୍ଡପ ପଣ୍ଡିତ ସରାଦ୍ୱାରା ମଢ଼େଇ ପଞ୍ଜିକାଭାବେ ମାନ୍ୟତାପ୍ରାପ୍ତ, ଶ୍ରୀକ୍ଷେତ୍ର
 ପୁରୋହିତ ସମିତି ଦ୍ୱାରା ଗୃହୀତ ଓ ବିଶିଷ୍ଟ ପଣ୍ଡିତମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପରୀକ୍ଷିତ, ପଣ୍ଡିତ ଏ ରାଜୀବ ଶତପଥୀ କାଟକରସ,
 ଜ୍ୟୋତିଷବ୍ରହ୍ମଣ୍ୟଙ୍କର ପୁତ୍ର ଶ୍ରୀ ନରସିଂହ ଶତପଥୀ ଜ୍ୟୋତିଷାଚାର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଚର୍ଚ୍ଚଣ ପଦ୍ଧତିରେ ଗଣିତ
 ଏବଂ ଏ କମଳ ଲୋଚନ ଗରାବତୁଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ,
 ଓଡ଼ିଶାର ସର୍ବାଧିକ ବ୍ୟବହୃତ ଏକମାତ୍ର ନିର୍ଭୁଲ ପଞ୍ଜିକା ଭାବରେ ଉଚ୍ଚ ପ୍ରଶଂସିତ

ଶ୍ରୀରାଧାରମଣ ପ୍ରେସ୍ (ଜଗନ୍ନାଥ ପଞ୍ଜିକା)
 ୨୦୦୮ ବିଶୁଭ ୨୦୦୯

ଖଡ଼୍ଗରତ୍ନ ପଞ୍ଜିକା

ଶ୍ରୀ ବୀରବିକ୍ରମାଦିଃ ୨୦୭୫ : କଳିଯୁଗାଦିଃ ୫୧୦୯ : ସ୍ୱାଧୀନ ଭାରତାଦିଃ ୬୧ - ୬୨
 ଶକାଦିଃ ୧୯୩୦ : ଦିଲ୍ଲୀଶ୍ୱରାଦିଃ ୧୪୧୫ : ୧୪୧୬ : ଇଂରେଜ୍ୟାଦିଃ ୨୦୦୮-୨୦୦୯

ଶ୍ରୀ ଶ୍ରୀ ରାମଚନ୍ଦ୍ର ଦେବୋ ଜୟତି

* ପୁରାତନମତେ ପଣ୍ଡିତ ସରାଦ୍ୱାରା ପ୍ରବନ୍ଧ ତିନି-୧୮୧୪ ତାଃ। ୧୨। ୨୦୦୪ରେ ମଢ଼େଇ ପଞ୍ଜିକାଭାବେ ମାନ୍ୟତା ପ୍ରାପ୍ତ

Abb. 10 Astrologiebuch Panji als Informationsquelle über Dürrierisiken (Orissa/Indien 2008). Foto: S. JÜLICH 2008

5. Globalisierung von Risiko: neue Gefahrengesellschaft?

Die Diskussion über aktuelle Risikodiskurse und die beiden Fallbeispiele haben gezeigt, dass neue globale Formen von Risiko, etwa der Klimawandel, das gesellschaftliche Risikomanagement schnell an seine Grenzen stoßen lässt, und zwar von der lokalen bis zur globalen Ebene. Dies betrifft neben dem Klimawandel auch neue Sicherheitsrisiken wie die globale Finanzkrise, die Erosion sozialer Sicherungssysteme und die neue Nahrungskrise. Dabei zeigt sich, dass Risiko mehr und mehr zu einem „glokalen“ Phänomen geworden ist: Globale Risiken setzen sich in je spezifischer Weise in lokale Verwundbarkeiten um, die von lokalen Bevölkerungen immer weniger kalkulierbar sind (Abb. 1). Risiko und Umgang mit Risiko werden in einer zunehmend komplexen Welt immer unsicherer und unkalkulierbarer (RENN 2008).

Der globale Umweltwandel, so die beiden Fallbeispiele, wird für Armutsgruppen in Peripheriegebieten von Trockenräumen besonders gravierende Auswirkungen haben. Schon heute übersteigen Dürre- und Hungerkrisen, speziell im Kontext von *complex emergencies*, die Bewältigungs- und Anpassungskapazitäten der besonders Verwundbaren. Gerade für sie wird die Weltrisikogesellschaft zu einer neuen Gefahrengesellschaft im Sinne von Niklas LUHMANN werden. Dies entspricht der übergreifenden These von BECK (2007), dass auch im globalen Maßstab die gesellschaftlichen Strategien der Bewältigung von Risiko immer weniger greifen, weil sie sich den Prinzipien von Versicherung entziehen. In der neuen „Entsicherungsgesellschaft“ werden Lebensrisiken und Verwundbarkeiten nicht nur für die Armutsgruppen des Südens immer weniger kalkulierbar sein.

Literatur

- BECK, U.: Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1986
- BECK, U.: Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2007
- BOHLE, H.-G.: Von der Nothilfe zur Entwicklungshilfe. Hungerhilfe und Möglichkeiten ländlicher Entwicklung in einem peripheren sudanesischen Dürregebiet. *Geographische Rundschau* 38, 96–103 (1986)
- BOHLE, H.-G.: Krisen, Katastrophen, Kollaps – Geographien von Verwundbarkeit in der Risikogesellschaft. In: KULKE, E., und POPP, H. (Eds.): Umgang mit Risiken. Katastrophen – Destabilisierung – Sicherheit. Deutscher Geographentag 2007 Bayreuth. S. 69–82. Bayreuth, Berlin: Deutsche Gesellschaft für Geographie 2008
- GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit): Klimawandel und Sicherheit. Herausforderungen für die deutsche Entwicklungszusammenarbeit. Eschborn 2008
- JÜLICH, S.: Drought triggered temporary migration in an East Indian village. *International Migration Special Issue* (2010, in press)
- LUHMANN, N.: Soziologie des Risikos. Berlin, New York: de Gruyter 1991
- RENN, O.: Risk Governance. Coping with Uncertainty in a Complex World. London: Earthscan 2008
- SCHRADER, C.: Wo das Klima kippen könnte. Mit einer Expertenumfrage ermitteln Forscher neun gefährdete Regionen. *Süddeutsche Zeitung* vom 5. 2. 2008
- SHIPTON, P.: African famines and food security: anthropological perspectives. *Annual Review of Anthropology* 19, 353–394 (1990)
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen): Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2008

Prof. Dr. Hans-Georg BOHLE
Universität Bonn
Geographisches Institut
Meckenheimer Allee 166
53115 Bonn
Bundesrepublik Deutschland

Tel.: +49 228 737232
Fax: +49 228 739657
E-Mail: bohle@giub.uni-bonn.de

Konfliktpotenzial von Umweltveränderungen in Zentralasien

Ernst GIESE (Gießen) und Jenniver SEHRING (Würzburg)

Mit 7 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung

Der Beitrag behandelt die Frage, ob zu beobachtende und in naher Zukunft zu erwartende Umweltveränderungen in Zentralasien die nationale und internationale politische Stabilität und Sicherheit der zentralasiatischen Länder gefährden können. Die Ursachen für diese Umweltveränderungen sind in Zentralasien neben anthropogenen Einflüssen zu einem nicht unbedeutenden Teil auf eine Änderung des Klimas zurückzuführen. Seit Anfang der 1970er Jahre ist in Zentralasien ein überdurchschnittlich starker Anstieg der Lufttemperaturen festzustellen. Der Beitrag beschreibt die zu beobachtenden Phänomene und ihre potenziell destabilisierenden Auswirkungen. Dargestellt und diskutiert werden die Schrumpfung der Gletscher und des Permafrostes, die zunehmende Wasserverknappung, die Ausbreitung von Wüsten, die Zunahme von Sand- und Staubstürmen, Massenbewegungen (Bergstürze, Hangrutschungen, Schlamm- und Gerölllawinen), Erdbebengefahr, Bodendegradierung und Bodenversalzung. Betroffen sind dabei vor allem die Ressourcen Wasser und Land, die für den Großteil der Bevölkerung, der von der Landwirtschaft lebt, die wichtigsten Ressourcen sind. Beide sind nicht nur knapp, sondern auch räumlich extrem ungleich verteilt. Diese Situation verschärft sich durch die Degradierung und die gegenwärtigen Umweltveränderungen, wodurch beide Ressourcen noch knapper werden. Ein Sicherheitsrisiko besteht allerdings weniger aufgrund der Umweltveränderungen allein, sondern vor allem durch Verknüpfung und Wechselwirkung mit gesellschaftlichen und sozioökonomischen Missständen.

Abstract

This article discusses whether the environmental changes already occurring or expected in near future in Central Asia can be considered a threat to stability and security in Central Asia in national as well as international respects. The reasons for these environmental changes are partly anthropogenic, partly due to global climate change. Since the 1970s, we can observe an above-average increase in air temperature in Central Asia. We describe the observable phenomena and their potentially destabilizing impacts. Analyzed are the reduction of glaciers and permafrost, the increasing shortage of water, the spread of deserts, the increase in sand and dust storms, mass movements (landslides, hill slides, mud slides, and debris avalanches), earth quake risks, as well as soil degradation and salinization. Water and land are crucial resources for a majority of the population dependent on agriculture. Both are not only scarce but also distributed unevenly between the regions. This situation is aggravated by the degradation and current environmental changes, resulting in both resources getting scarcer. However, a threat to security can be found less in the environmental changes alone, but rather in their combination and interaction with societal and socioeconomic disparities.

1. Einleitung

Im folgenden Beitrag wird der Frage nachgegangen, ob zu beobachtende und in naher Zukunft zu erwartende Umweltveränderungen in Zentralasien zu gewalttätigen Konflikten,

Bürgerkriegen und grenzüberschreitenden Auseinandersetzungen führen können, so dass die nationale und internationale politische Stabilität und Sicherheit der zentralasiatischen Länder gefährdet ist. Hintergrund der Beschäftigung mit dieser Frage ist eine Regionalexpertise, die für das Hauptgutachten „Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel“ für den Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung ‚Globale Umweltfragen‘ (WBGU) angefertigt wurde (vgl. WBGU 2008, GIESE und SEHRING 2006). Die Fragestellung der Expertise war, ob und in welchem Umfang klimainduzierte Umweltveränderungen in Zentralasien gesellschaftliche Krisen auslösen oder verschärfen können, die mittel- oder langfristig zu gewalttätigen Auseinandersetzungen führen.

Unter Zentralasien (STADELBAUER 2004) wird im Folgenden das Gebiet der fünf ehemaligen Sowjetrepubliken Usbekistan, Turkmenistan, Tadschikistan, Kirgistan und Kasachstan und das Gebiet der Autonomen Uigurischen Region Xinjiang (VR China) verstanden. Damit wird eine auf das Thema des Beitrages zugeschnittene geopolitische Abgrenzung des Raumes vorgenommen.¹ Nordafghanistan wird je nach Problemstellung in die Betrachtung einbezogen, da der Norden Afghanistans auf Grund seiner orographischen und hydrographischen Struktur (Entwässerung erfolgt nach Norden in das Becken des Aralsees), der ethnischen Zusammensetzung seiner Bevölkerung (vornehmlich von Turkmenen, Usbeken und Tadschiken bewohnt) und seiner geopolitischen Konstellation und Konflikträchtigkeit dem zentralasiatischen Bereich zuzurechnen ist (vgl. Abb. 1).



Abb. 1 Zentralasien: Politisch-administrative Übersicht

¹ Dieses Gebiet entspricht in etwa dem Territorium des ehemaligen Turkestan: Russisch- und Chinesisch-Turkestan (Xinjiang) (vgl. MACHATSCHEK 1921, OLZSCHA und CLEINOW 1942, HAMBLY 1966).

Auf dem so abgegrenzten Territorium leben rund 75 Mio. Menschen, der größte Teil davon auf dem Lande. Bei einer Fläche von 5,65 Mio. km² ist die durchschnittliche Bevölkerungsdichte mit knapp 13,3 Ew./km² sehr gering. In den Oasen werden allerdings Einwohnerdichten von über 300 Ew./km², in städtisch verdichteten Gebieten von über 1000 Ew./km² erreicht. Die größte Bevölkerungskonzentration liegt mit 5,4 Mio. Einwohnern und einer Bevölkerungsdichte von 280 Ew./km² im Fergana-Becken vor.

2. Konfliktträchtigkeit

Nach der Unabhängigkeit durchliefen die ehemals sowjetischen Staaten Zentralasiens einen dreifachen Transformationsprozess: Vom Sozialismus zur Marktwirtschaft, von der Partei-herrschaft zur (formalen) Demokratie, von abhängigen Sowjetrepubliken zu unabhängigen Nationalstaaten. Dieser schwierige Prozess führte inzwischen zur Etablierung unterschiedlich stabiler (semi-)autoritärer Systeme. Die Bewahrung bzw. Erreichung einer politischen und wirtschaftlichen Stabilität wird von den Regierungen und Teilen der Bevölkerung dabei als Ziel über Demokratisierung gestellt und dient immer wieder als Rechtfertigung zur Unterdrückung demokratischer Grundrechte und bürgerlicher Freiheiten.

Zentralasien ist ein in mehrfacher Hinsicht konfliktträchtiger und politisch instabiler Raum, der die Anpassungskapazitäten der Gesellschaften an Umweltveränderungen schwächt und sie somit besonders anfällig für daraus resultierende Konflikte macht. Darauf weisen Unruhen, Attentate, Bombenanschläge sowie gewalttätige und kriegerische Auseinandersetzungen hin, die in der jüngeren Vergangenheit zwischen verschiedenen Volksgruppen und politischen Lagern in Zentralasien stattgefunden haben.

Als Brennpunkte von Unruhen und gewalttätigen Auseinandersetzungen treten hervor:

- Das Fergana-Becken, insbesondere das östliche Fergana-Becken mit den Gebieten Namangan und Andischan (Usbekistan) und Osch (Kirgistan) mit sozialen Protesten, Aktivitäten islamistischer Gruppen sowie Spannungen zwischen ethnischen Gruppen und entlang der Grenzverläufe.
- Süd-Kirgistan als extrem armes, rückständiges Gebiet in den Auseinandersetzungen mit dem ‚reicheren‘ Norden, das zudem von einer zunehmenden Durchdringung der Politik mit Personen aus der organisierten Kriminalität betroffen ist.
- Tadschikistan, in dem die Regierung nach dem Bürgerkrieg keine vollständige Kontrolle über das Staatsgebiet hat.
- Das Deltagebiet des Amudarja im Überschneidungsbereich turkmenischer und usbekischer Interessen bezüglich der Wassernutzung (Tujamujun-Konflikt) (Gebiet Taschhaus, Turkmenistan und Gebiet Choresm, Usbekistan).
- Nordafghanistan im Grenzbereich zu Tadschikistan, Usbekistan und Turkmenistan.
- Xinjiang, speziell die Autonomen Bezirke der Kasachen und Kirgisen im oberen Ili-Tal, die Stadt Kaschi und die westlichen Oasenkomplexe im Tarim-Becken als traditionelle Zentren der Uiguren sowie die von Han-Chinesen dominierte Hauptstadt Urumqi.

Hintergrund der Konflikte und teils gewalttätigen Auseinandersetzungen sind zumeist ökonomisch bedingte Sozialkonflikte, ist der Kampf um die Teilhabe am Wirtschaftsleben und Möglichkeiten der Existenzsicherung. Schon zu Zeiten der Sowjetunion zählten die „mit-telasiatischen Republiken“, ebenso die Autonome Region Xinjiang in der VR China, zu den

ärmsten Regionen im Land. An dieser Situation hat sich wenig geändert. Im Gegenteil: Die Situation hat sich seit der Unabhängigkeit der mittelasiatischen Republiken im Jahr 1991 deutlich verschärft.

Kirgistan und Tadschikistan zählen mittlerweile zu den ärmsten Ländern der Erde. Nach Angaben der Asiatischen Entwicklungsbank leben 44,4% der Bevölkerung Tadschikistans unterhalb der nationalen Armutsgrenze, in Kirgistan sind es 43,1%, in Turkmenistan 29,9%, in Usbekistan 26,2% und in Kasachstan 16,1%.² Ein großer Teil der Bevölkerung ist von Arbeitslosigkeit betroffen und kämpft um einen Arbeitsplatz, um Verdienstmöglichkeiten, letztendlich um seine Existenz.

Begleitet wird diese Entwicklung von extremen sozialen Unterschieden. Nach der Unabhängigkeit der mittelasiatischen Republiken hat sich eine kleine, zumeist aus der alten Nomenklatura stammende reiche Schicht gebildet, die sich der wirtschaftlichen und finanziellen Institutionen bemächtigt hat und die Kontrolle über wichtige natürliche Ressourcen ausübt. Sie sichert ihren Einfluss durch Patronagenetzwerke. Vetternwirtschaft, Ämterkauf und Korruption sind in den Republiken weit verbreitet. Die mittelasiatischen Republiken zählen nach dem „Corruption Perception Index“ (2007) von *Transparency International* zu den korruptesten Ländern der Erde. Sie nehmen in der Rangfolge von 179 Ländern die Plätze 175 (Usbekistan), 162 (Turkmenistan) und 150 (Kasachstan, Kirgistan und Tadschikistan) ein.³ Korruption findet nicht nur in Politik, Verwaltung und Wirtschaft statt, sondern hat auch die Gesundheits- und Bildungssysteme durchdrungen, wo sie besonders die armen Bevölkerungsschichten trifft und vom Zugang ausschließt.

Dieser kleinen, relativ begüterten Schicht gegenüber steht die breite Schicht der in den Wirtschaftsprozess unzureichend eingebundenen und benachteiligten Personen, die sich ausgegrenzt fühlt. Angesichts dieser Rahmenbedingungen überrascht es nicht, dass Protestaktionen entstehen, die in gewalttätige Auseinandersetzungen ausarten.

Eine weitere Ursache der Auseinandersetzungen sind Verteilungskämpfe um den Zugang und die Nutzungsmöglichkeiten natürlicher Ressourcen. So kam es beispielsweise zu Beginn der 1990er Jahre im Gebiet Osch im Süden Kirgistans im Streit um die knappen Ressourcen an Land und Wasser zu gewaltsamen Auseinandersetzungen zwischen Kirgisen und Usbeken.

Einen dritten Hintergrund gewalttätiger Auseinandersetzungen stellen separatistische Bewegungen islamisch-fundamentalistischer Gruppen dar. So kämpft die „Islamische Bewegung Usbekistans“ (IBU) für die Errichtung eines Islamischen Staates in Zentralasien. Im Februar 1999 kam es zu einer Serie von Bombenanschlägen in Taschkent, bei denen 16 Personen getötet wurden. Im Sommer desselben Jahres drangen Kämpfer der IBU aus Tadschikistan in den wenig gesicherten Süden Kirgistans nahe der usbekischen Grenze ein, um in das Fergana-Tal vorzustoßen, und lieferten der überforderten kirgisischen Armee drei Wochen lang Gefechte. Im Sommer 2000 wiederholten die IBU-Kämpfer ihren Angriff auf Kirgistan und stießen von Tadschikistan aus in das Surchandarja-Gebiet vor, eine der ärmsten Regionen Usbekistans, wo es gleichfalls zu heftigen Kämpfen mit der usbekischen Armee kam. Auch wenn sich die Situation in den Folgejahren beruhigte, kommt es immer wieder zu vereinzelt Angriffen. Zentralasien gilt als Drehscheibe des Drogenhandels nach Russland und Europa (KREUTZMANN 2007). Dreiviertel der Kokainproduktion in Afghanistan – im Jahr 2000

2 Quelle: <http://www.adb.org/Statistics/mdg.asp>. Diese Angaben sollten angesichts der Datengrundlage nur als Schätzungen gesehen werden. Die Angaben für Turkmenistan beziehen sich auf 1998.

3 Vgl. <http://www.transparency.de/Tabellarisches-Ranking.1084.0.html>

wurden in Afghanistan nach Angaben der Vereinten Nationen 4500 t Opium erzeugt – wird über Zentralasien abgewickelt. Dabei sichern paramilitärische Einheiten der Drogenbarone den Transfer der Drogen und auch von Waffen. In das Drogen- und Waffengeschäft sollen hohe Regierungsbeamte und Parlamentarier involviert sein.

3. Klimawandel

Umweltveränderungen sind in Zentralasien neben anthropogenen Einflüssen zu einem nicht unbedeutenden Teil auf eine Änderung des Klimas zurückzuführen. Deshalb soll hier kurz auf feststellbare und zu erwartende Änderungen des Klimas eingegangen werden. Es gibt verschiedene untrügliche Hinweise darauf, dass sich spätestens seit Ende der 1970er Jahre in Zentralasien ein intensiver Klimawandel vollzogen hat:

- Gletscher schrumpfen: Der Kara-Batkak-Gletscher im Terskej Alatau (Kirgistan) z. B. verlor in der Zeit von 1957 bis 1998 36,7% seiner Eismasse (vgl. MAMATKANOV et al. 1997).
- Der Permafrost in höheren Gebirgslagen zieht sich zurück (vgl. SCHRÖDER und EIDAM 2007).
- Extreme Wetterereignisse wie Starkregen, Hitzewellen, Sand- und Staubstürme treten häufiger auf.
- Wüsten breiten sich aus.
- Die Jahresmitteltemperaturen steigen ungewöhnlich stark an: von 1970/1972 bis 2000 um 1,2 °C, global im gleichen Zeitraum um 0,5 °C (IPCC 2007).

Zeitreihenanalysen der Lufttemperatur bodennaher Luftschichten belegen, dass seit 1970/1972 ein anhaltender, trendhafter Anstieg der Jahresmitteltemperaturen in Zentralasien feststellbar ist (vgl. GIESE und MOSSIG 2004, MOSSIG und RYBSKI 2005, GIESE et al. 2007). Den generalisierten Kurvenverläufen (7-jährige gleitende Mittelwerte) in den Abbildungen 2 und 3 ist zu entnehmen, dass sich der langjährige Ablauf der Jahresmitteltemperaturen in einem mehr oder weniger regelhaften Rhythmus von Auf- und Abschwüngen vollzieht.

1970/1972 wurden die zyklischen Entwicklungsabläufe aber von einer trendhaften Entwicklung abgelöst bzw. überlagert. Für Klimastationen, die tiefländische Becken- und Gebirgsrandlagen (Kazalinsk, Taschkent, Bischkek, Almaty) einnehmen, wurden Trendkoeffizienten von 3,1 °C bis 4,1 °C berechnet (bezogen auf den Zeitraum von 1970–2070). Global geht man für diesen Zeitabschnitt von einem Anstieg der Jahresmitteltemperaturen von etwa 1 °C aus (IPCC 2007). Mit anderen Worten: die Erwärmung des Klimas vollzieht sich in Zentralasien sehr viel intensiver als im globalen Mittel. Das hat Folgen für die in Gletschern und in Permafrost gespeicherten Süßwasserressourcen, die nun vermehrt zum Abfluss kommen (siehe unten).

So wie die Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen sich in einem unregelmäßigen Rhythmus von Auf- und Abschwüngen vollzieht, trifft dieses auch auf die langfristige Entwicklung der jährlichen Niederschlagsmengen zu (vgl. Abb. 4). Ein synchroner Verlauf der geglätteten Kurvenverläufe wie bei den Jahresmittelwerten der Lufttemperatur (vgl. Abb. 2 und 3) ist hierbei allerdings ebenso wenig erkennbar wie eine allgemein trendhafte Zu- oder Abnahme der jährlichen Niederschlagsmengen (vgl. GIESE und MOSSIG 2004).

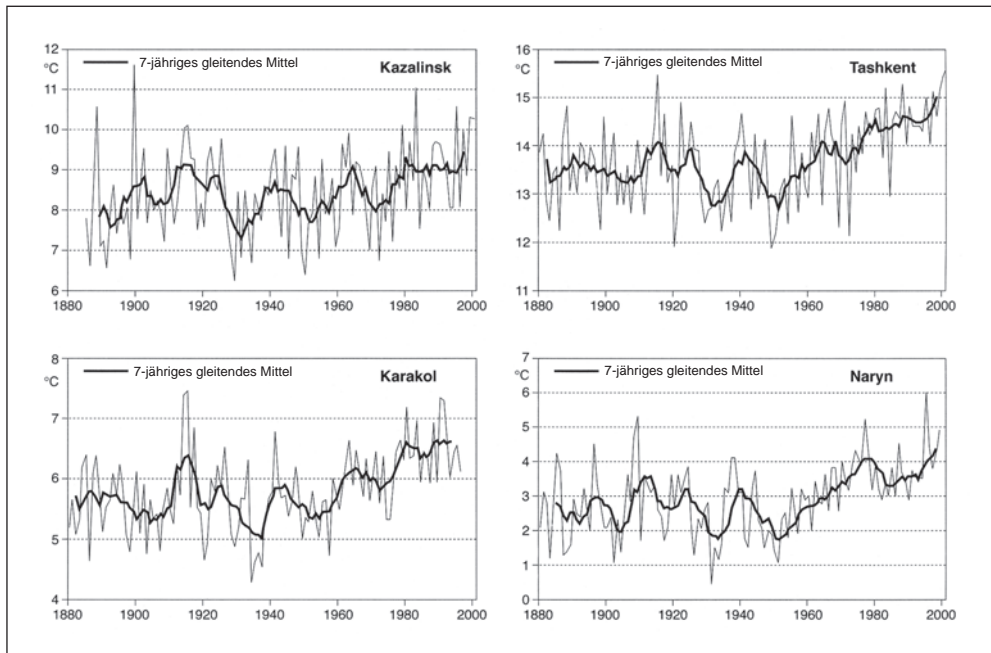


Abb. 2 Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen der Stationen Kazalinsk (1886–2001), Taschkent (1880–2001), Karakol (1880–1996) und Naryn (1882–2001)

Für einzelne Regionen deuten sich trendhafte Entwicklungen an. So ist für die tiefländischen zentralen Beckenbereiche (Aralseebecken) seit 1950 ein trendhafter Rückgang der jährlichen Niederschlagsmengen feststellbar. In Kazalinsk sind die jährlichen Niederschlagsmengen seit 1950 von durchschnittlich 174 mm/Jahr sukzessiv auf 113 mm/Jahr (2000) gesunken (vgl. GIESE und MOSSIG 2004). Die auch andernorts zu beobachtende zunehmende Aridität des Klimas der tiefländischen Beckenbereiche Zentralasiens wird hiermit bestätigt.

4. Konfliktkonstellationen

4.1 Wasserknappheit

Die Verknappung nutzbaren Wassers stellt das größte derzeitige wie zukünftige Umweltproblem dar, das aufgrund des grenzüberschreitenden Verlaufs aller größeren Flüsse in Zentralasien und der Rolle des Wassers als Schlüsselressource in der Landwirtschaft ein enormes Konfliktpotenzial auf nationaler sowie internationaler Ebene besitzt. Der Anteil der Bewässerungsfläche an der Anbaufläche beträgt in Kirgistan 75 %, in Tadschikistan 84 %, in Usbekistan 89 % und in Turkmenistan 100 % (AHMAD und WASIQ 2004, BUCKNELL et al. 2003). Neben der Landwirtschaft, die für über 90 % des Wasserverbrauchs in Zentralasien verantwortlich ist, ist ein weiterer bedeutender Nutzungszweig die Hydroenergieproduktion, die seit der Unabhängigkeit für die Gebirgsstaaten (Kirgistan und Tadschikistan) an Bedeutung gewinnt (GIESE und TROUCHINE 2006).

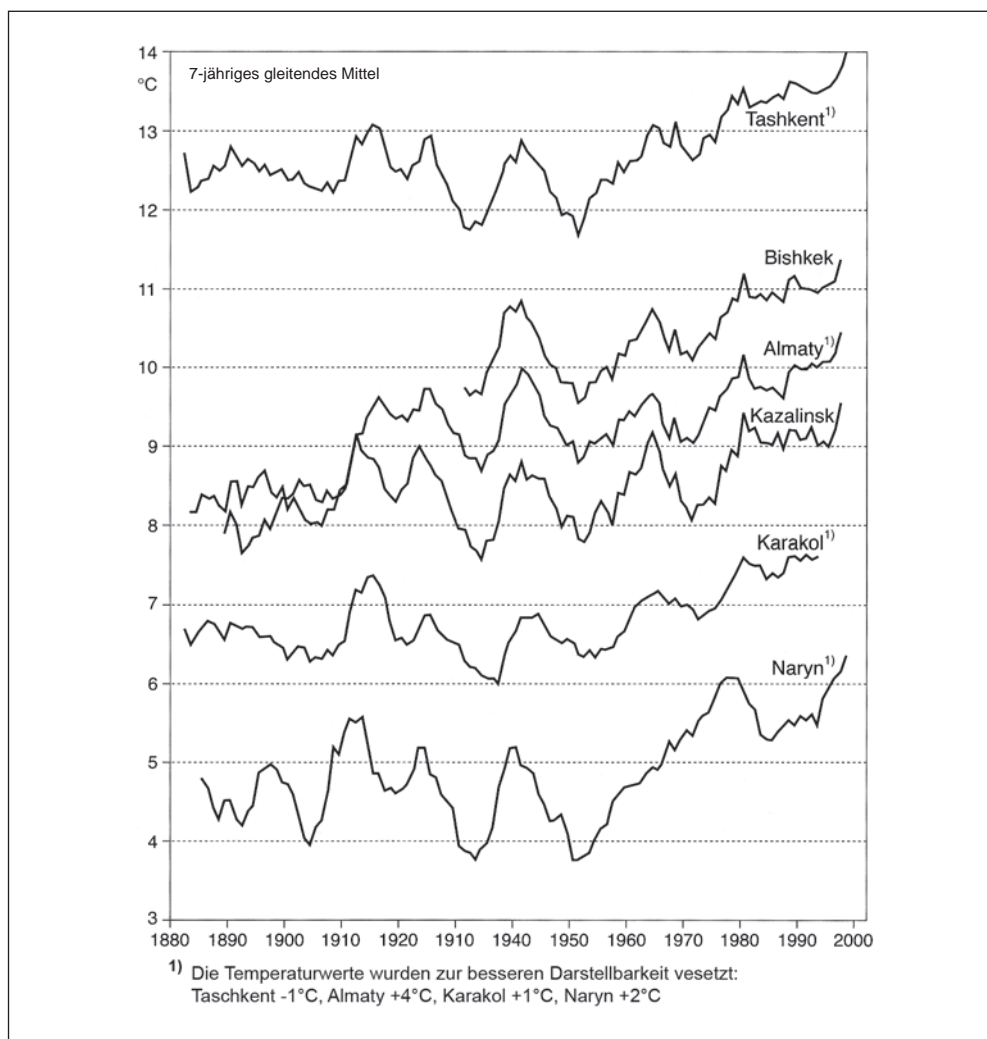


Abb. 3 Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen ausgewählter Klimastationen in Zentralasien 1880–2001 (7-jährige gleitende Mittelwerte)

Seit den 1960er Jahren wurden zur Regulierung der Flüsse und Gewinnung von Hydroenergie viele Stauseen gebaut, so der Toktogul-Stausee am Naryn (Kirgistan), über den fast der gesamte Abfluss des Syrdarja kontrolliert werden kann, oder der Nurek-Stausee (Tadschikistan) am Vachs, dem Hauptzufluss des Amudarja (vgl. Abb. 5). Der Betriebsmodus der Hydroenergieproduktion ist dem der Lieferung von Bewässerungswasser entgegengesetzt (Wasserablass im Winter *versus* Wasserablass im Sommer). Beide wirtschaftlichen Nutzungen sind in unterschiedlichen Staaten vorherrschend: Bewässerung in Kasachstan, Turkmenistan und Usbekistan; Hydroenergiegewinnung in Kirgistan und Tadschikistan.

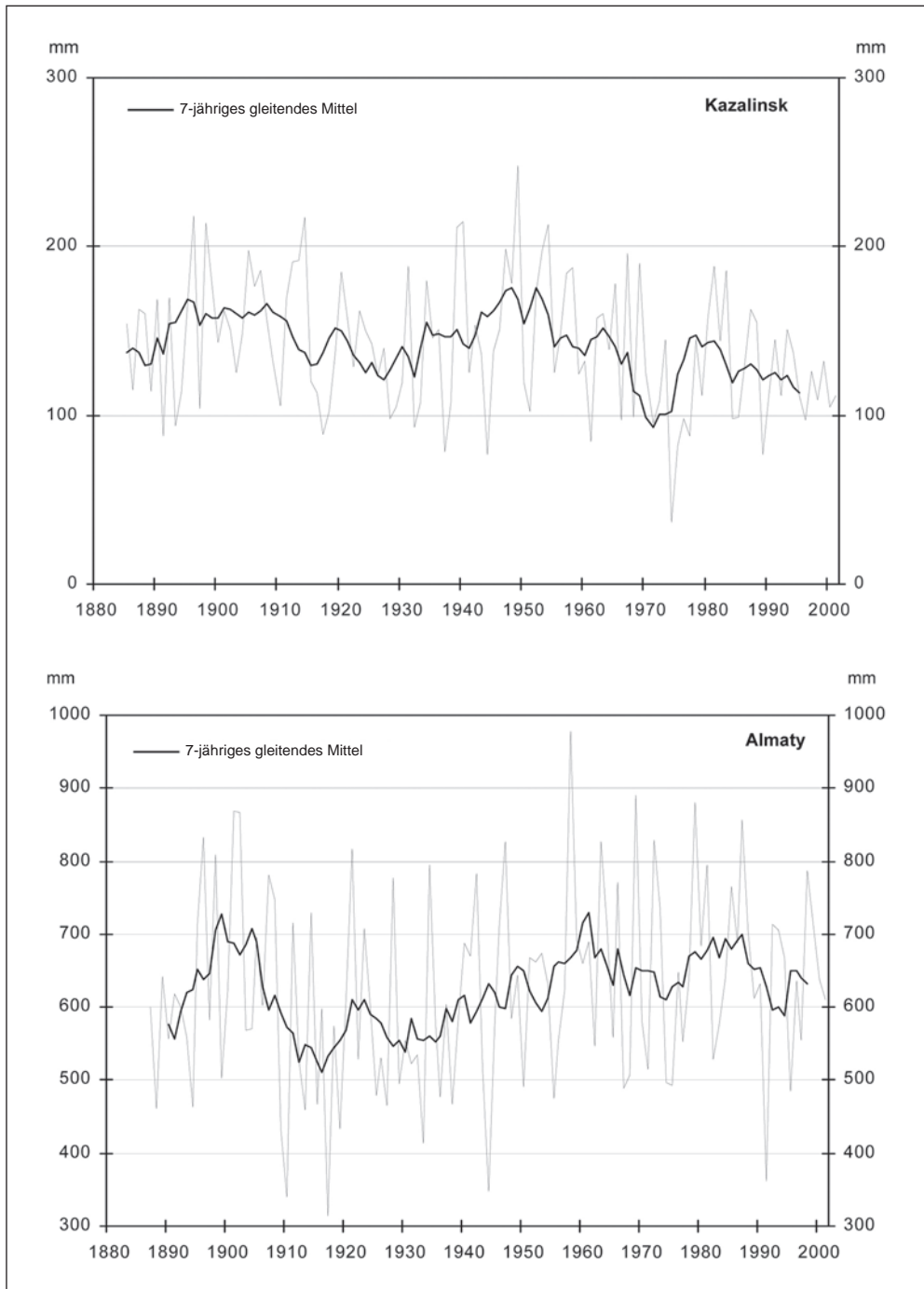


Abb. 4 Entwicklung der jährlichen Niederschlagsmengen der Stationen Kazalinsk (1886–2001) und Almaty (1887–2001)



Abb. 5 Zentralasien: Hydrographische Übersicht

Die Wasserressourcen in Zentralasien sind räumlich sehr ungleich verteilt. Der größte Teil der erneuerbaren oberflächlichen Wasserressourcen wird in den Gebirgsbereichen Zentralasiens erzeugt, in Tadschikistan, Kirgistan und Afghanistan (vgl. Abb. 5). Im Becken des Aralsees mit seinen beiden Hauptflussgebieten Amu- und Syrdarja entfallen rund 43 % der jährlichen Abflussbildung auf Tadschikistan, 24 % auf Kirgistan und 19 % auf Afghanistan, zusammen 87 %. Von diesen Oberanlieger-Staaten werden zurzeit aber nur 17 % des oberflächlichen Wasseraufkommens für wirtschaftliche Zwecke genutzt, von den Unteranlieger-Staaten Kasachstan, Turkmenistan und Usbekistan dafür 83 % (vgl. Tab. 1). Diese Nutzung ist ihnen in einem Quotensystem, das die unabhängigen Republiken von der Sowjetunion übernommen haben, zugesichert (GIESE und SEHRING 2007). Die VR China ist sowohl als Abnehmerstaat (der Hauptzufluss des Tarim erfolgt aus Kirgistan) als auch als Zulieferstaat (der Hauptzufluss des Ili nach Kasachstan erfolgt aus Xinjiang) ebenfalls involviert.

Tab. 1 Abflussbildung und Nutzung der erneuerbaren oberflächlichen Wasserressourcen im Becken des Aralsees nach Staaten (in Prozent). Quelle: GIESE und SEHRING 2006, S. 11

Staat	Abflussbildung Ø 1934–1999 in %	Nutzung 1999 in %
Tadschikistan	43,4	11,7
Kirgistan	25,1	3,0
Afghanistan und Iran	18,6	1,9
Usbekistan	9,6	58,8
Turkmenistan	1,2	16,9
Kasachstan	2,1	7,7
Aralseebecken insgesamt	100,0	100,0

4.1.1 Fakten und Ursachen

Wir haben in den ariden Gebieten Zentralasiens generell sowohl eine zunehmende Wasserverknappung und Verschlechterung der Wasserqualität des Trink- und Tränkewassers als auch des Bewässerungswassers seit den 1960er Jahren zu verzeichnen. Davon besonders betroffene Regionen sind die Mittel- und Unterläufe der großen Flüsse: des Amudarja (Usbekistan und Turkmenistan), des Syrdarja (Kasachstan), des Ili (Kasachstan) und des Tarim (Xinjiang/China) (vgl. Abb. 5).

Die Problematik der Wasserverknappung ist größtenteils auf anthropogene Ursachen zurückzuführen. Die Wassernutzung erfolgt zu über 90 % durch die Bewässerungslandwirtschaft. Vor allem der wasserintensive Baumwollanbau wurde seit den 1950er Jahren massiv ausgeweitet. Die Bewässerungsfläche im ehemals sowjetischen Teil Zentralasiens wurde von 4,5 Mio. ha (1960) auf ca. 8 Mio. ha ausgebaut. Der Wasserverbrauch stieg entsprechend von 66 000 Mio. m³ (1960) auf knapp 105 000 Mio. m³ (1999). In Xinjiang wurde von der chinesischen Führung eine ähnliche Politik massiver Landerschließung durchgeführt. In allen Ländern ist mit einer weiteren Zunahme zu rechnen. Nicht nur die flächenmäßige Ausdehnung des Bewässerungsfeldbaus erhöhte den Wasserverbrauch. Entscheidend ist auch der geringe Ausnutzungsgrad des abgezweigten Wassers: Nach Expertenschätzungen beträgt der Nutzungskoeffizient lediglich 40–60 %. Dies hat mehrere Gründe:

- Schlechte Infrastruktur: Erdkanäle anstelle von Betonkanälen (hohe Infiltrationsraten), offene Kanäle (hohe Verdunstungsraten).
- Missmanagement: veraltete Bewässerungstechniken mit hohem Wasserverbrauch und hohen Verdunstungsraten auf den Feldern (Furchenbewässerung etc.).
- Versalzung des Bewässerungslandes infolge jahrzehntelanger Monokultur (Baumwolle): infolge dessen in der kalten Jahreszeit zum Zweck der Entsalzung zusätzliche Bewässerungen, beim Baumwollanbau z. B. zu den 14–15 000 m³/ha zusätzlich 4–5000 m³/ha zur Ausschlammung der Salze.
- Klimaerwärmung: Sie vollzieht sich in Zentralasien deutlich stärker als im globalen Mittel (siehe oben), wodurch die Verdunstungsraten nochmals ansteigen.

Die Wasserverknappung wird noch dadurch verstärkt, dass das vorhandene Wasser im Bereich der Unterläufe stark mit Pestiziden und Düngemittelrückständen verschmutzt ist und in Abwasserbecken abgeleitet werden muss, wo es keiner weiteren Nutzung mehr zugänglich ist und verloren geht. Die gegenwärtige Situation wird durch die erwarteten Umweltveränderungen noch verschärft werden, wobei zwischen den kurz- und den langfristigen Auswirkungen unterschieden werden muss.

4.1.2 Auswirkungen

Die Folgen des verschwenderischen Wasserverbrauchs zeigen sich in markanter Weise am Aralsee (MICKLIN 2006). Amu- und Syrdarja erreichen den Aralsee nur noch als Rinnsale, in einzelnen Jahren gar nicht mehr, da das Wasser komplett verbraucht wird. Der Aralsee ist mittlerweile auf unter 10 % seines Wasservolumens und 15 % seiner Wasserfläche geschrumpft (vgl. Abb. 6). Über 56 000 km² Seeboden wurden freigelegt und bilden nun die Aralkum, eine zum überwiegenden Teil von Salzkrusten eingenommene, fast vegetationslose Wüste, Quelle heftiger Sand- und Staubstürme (siehe unten).

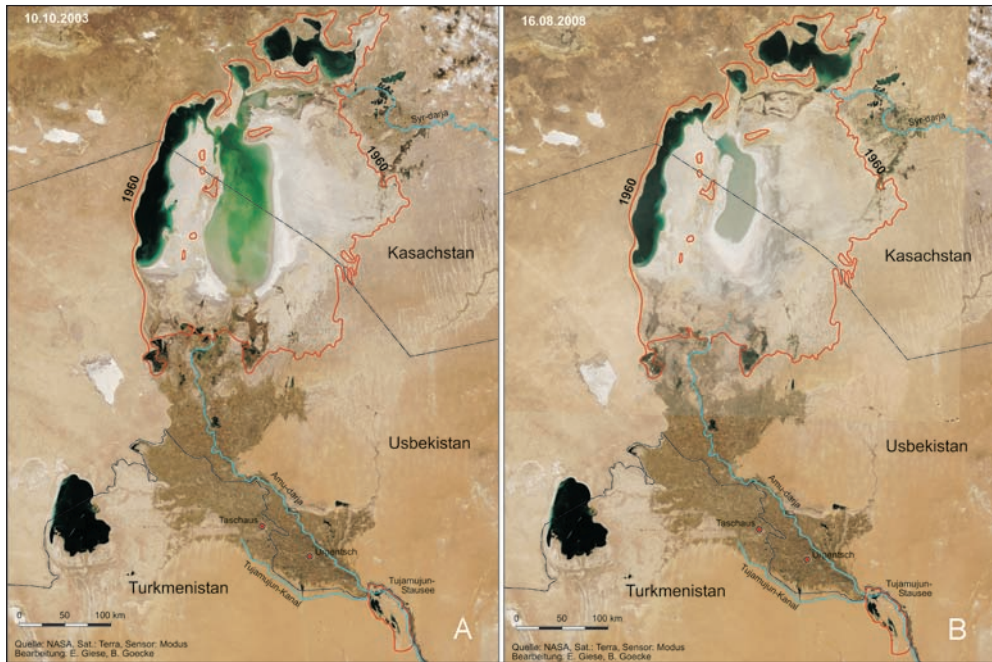


Abb. 6 Aralsee, (A) Oktober 2003 und (B) August 2008

Durch die Verknappung der Wasserressourcen haben sich in Zentralasien um die Nutzung des Flusswassers zwischenstaatliche Interessensgegensätze entwickelt, die sowohl in der quantitativen Zuteilung von Nutzungsrechten begründet sind als auch Konflikten zwischen unterschiedlichen wirtschaftlichen Nutzungsweisen (Energieproduktion *versus* Bewässerungsfeldbau).

Diese Interessensgegensätze haben seit der politischen Unabhängigkeit der zentralasiatischen Republiken zwischen den Anrainerstaaten vermehrt zu grenzüberschreitenden Konflikten über die Durchlaufmengen von Wasser geführt, da eine politische Macht, die, wie früher die Moskauer Zentralbehörden, die Verteilung autoritär regelt, heute fehlt. Die wichtigsten Konfliktkonstellationen sind (vgl. Abb. 5):

- zwischen Kirgistan und Usbekistan sowie Kasachstan am Syrdarja und seinem Hauptzufluss Naryn bezüglich der Nutzung des Toktogul-Stausees;
- zwischen Tadschikistan und Usbekistan sowie Turkmenistan am Vachs, neben dem Pjandsch der Hauptzufluss des Amudarja, wegen des Baus des Rogun-Staudamms;
- zwischen Turkmenistan und Usbekistan am mittleren Amudarja wegen des Karakum-Kanals;
- zwischen Turkmenistan und Usbekistan am unteren Amudarja (Oasen von Taschaus, Choresm und Karakelpakistan) bezüglich der Nutzung des Tujamujun-Stausees;
- zwischen Turkmenistan und Usbekistan wegen des Baus des Stausees „Goldenes Zeitalter“;
- zwischen der VR China und Kasachstan am oberen Ili;
- zwischen Kirgistan und der VR China am Sary-Dschas/oberen Aksu, dem Hauptzufluss des Tarim (vgl. GIESE et al. 2004).

Die Gefahr, dass die oben aufgeführten Konfliktkonstellationen zu gewaltsamen Auseinandersetzungen führen, ist je nach Fall unterschiedlich zu bewerten und hängt stark vom jeweiligen Verhältnis zwischen den betroffenen Staaten ab. Während zwischen Kasachstan und Kirgistan enge Beziehungen bestehen, sind die Beziehungen Usbekistans zu allen Nachbarstaaten angespannt, vor allem zu Turkmenistan. Die beiden Fälle mit dem größten Konfliktpotenzial sind zwischen Kirgistan und Usbekistan um die Nutzung des Syrdarja und zwischen Usbekistan und Turkmenistan um die Nutzung des Amudarja. Im ersten Fall stehen sich die Interessen der Energiegewinnung im Winter (Kirgistan) und die der Bewässerungslandwirtschaft im Sommer (Usbekistan und Kasachstan) gegenüber. Dadurch, dass in den letzten Jahren von Kirgistan der Umfang der Wasserabgabe im Sommer drastisch gesenkt wurde, traten in den Oasen am Mittel- und Unterlauf des Syrdarja ernste Probleme bei der Wasserversorgung auf. Darüber hinaus führte die Erhöhung des winterlichen Wasserabflusses zu Überschwemmungen der Auengebiete am Unterlauf des Syrdarja in Kasachstan. Ein erheblicher Teil der winterlichen Abflussmenge muss deshalb in die Arnasaj-Senke in Usbekistan abgeleitet werden und geht auf diese Weise nicht nur der Landwirtschaft, sondern auch dem versiegenden Aralsee verloren. Auch der perspektivisch mit dem Wiederaufbau ansteigende Wasserverbrauch in Afghanistan kann die prekäre Situation am Unterlauf des Amudarja verschärfen und zu zwischenstaatlichen Spannungen führen.

Von mehreren Staaten geteilte Ressourcen wie das Wasser, aber auch regionale Verschmutzungen des Wassers, können zu Konflikten führen, wenn die Ressource knapp ist, die Zugriffsmöglichkeiten eingeschränkt sind und die Nutzungsinteressen divergieren, wie im vorliegenden Fall. Die Oberanlieger der großen Flüsse versuchen vermehrt, Wasser für ihre eigenen Bedürfnisse ohne Rücksicht auf die Interessen der Unteranlieger zu nutzen. Obwohl das Konfliktpotenzial bezüglich der Verteilung der Wasserressourcen in Zentralasien beachtlich ist, muss doch betont werden, dass es den Staaten trotz der ungünstigen Bedingungen gelungen ist, die Streitpunkte bis heute weitgehend friedlich zu verhandeln und eine regionale Struktur für das Wassermanagement zu errichten – allerdings mit geringer Effektivität.

Darüber hinaus darf nicht vergessen werden, dass Wasser nicht nur Ursache für Konflikte ist, sondern auch Anlass zur Kooperation sein kann. Eine effektive Kooperation setzt jedoch den politischen Willen der Eliten und die Überwindung von gegenseitigem Misstrauen, das die momentanen Beziehungen der zentralasiatischen Staaten untereinander prägt, voraus. Dabei besteht ein Sicherheitsrisiko weniger aufgrund der Umweltdegradierung allein, sondern vor allem durch deren Verknüpfung und Wechselwirkung mit ökonomischen und politischen Spannungen.

Dies zeigt sich besonders auf lokaler Ebene in den ländlichen Regionen. In allen Staaten, mit Ausnahme Kasachstans, leben über die Hälfte der Einwohner in ländlichen Regionen, wo das Wasser, relativ zu den Nutzungswünschen gesehen, knapp ist. Zwar gibt es keine akute umweltbedingte Nahrungsmittelknappheit, doch kann Wassermangel die Ernte zerstören. Dies ist für den Großteil der Landbevölkerung, der von Subsistenzlandwirtschaft abhängig ist, von existentieller Bedeutung. Lokale Auseinandersetzungen um fehlendes Bewässerungswasser nehmen immer wieder die Form von Schlägereien an. Von staatlicher Seite werden unerlaubte Wasserentnahmen nicht geahndet, da es den lokalen Gerichten nicht selten an Anwendungsmechanismen und Wissen um gesetzliche Bestimmungen fehlt, zudem informelle Netzwerke und Korruption vor Strafverfolgung schützen. Lokale Konflikte sind daher nicht monokausal mit Umweltdegradierung zu begründen, sondern treten dann auf, wenn Umweltdegradierung einhergeht mit mangelndem Zugang zu den Ressourcen Land und Wasser, Bevölkerungsdruck, Zwangsumsiedlungen, wirtschaftlichen Krisen oder politischer Marginalisierung.

Bei umweltbedingter zunehmender langfristiger Wasserverknappung ist damit zu rechnen, dass sich die derzeitigen Probleme und die Konflikte noch verstärken. Gewaltsame Konflikte erscheinen eher auf lokaler als auf zwischenstaatlicher Ebene wahrscheinlich. Lokale Konflikte können jedoch schnell eine internationale Dimension erhalten, wenn sie in Grenzgebieten ausbrechen (Fergana-Tal).

4.1.3 Problemlösungskapazität

In der Sowjetunion wurden alle Gewässer zentral von Moskau aus verwaltet. Die Wasserressourcen galten als Staatseigentum, deren Verbrauch abgesehen von einer relativ geringen Benutzungsgebühr mengenmäßig nicht bezahlt werden musste. Die Sowjetideologie der grenzenlosen Verfügbarkeit und Beherrschbarkeit natürlicher Ressourcen resultierte in mangelndem Umweltbewusstsein im Allgemeinen und mangelndem Bewusstsein des notwendigen und sparsamen Umgangs mit Wasser im Besonderen. Die alten, lokal spezifischen Normen und Regeln erodierten, und der Wasserverbrauch stieg rapide an. Heutige Maßnahmen wie die Einführung von Gebühren verpuffen, da sie nicht umgesetzt werden. Die Knappheit des Wassers führt vor diesem Hintergrund nicht zu mehr Wassersparmaßnahmen, sondern vielmehr zu einer Haltung, wenn Wasser vorhanden ist, dann so viel wie möglich zu nutzen.

Eines der Hauptprobleme ist das fehlende Monitoring und der katastrophale Zustand der technischen Anlagen (bedingt durch den Zerfall der Sowjetunion bzw. den jahrzehntelangen Kriegszustand in Afghanistan), so dass eine genaue Messung der Wassermenge oft nicht möglich ist. Der Rückgang der Mittelzuweisungen (in Tadschikistan um 90%) führte zur Schließung vieler Messstationen. Renovierungsarbeiten werden nur durch Projekte und finanzielle Mittel von internationalen Geberorganisationen durchgeführt.

Die Verwaltung ist generell gekennzeichnet durch strenge Hierarchien ohne horizontale Koordinierung, sektorale Fragmentierung der Zuständigkeiten und daraus resultierende Konkurrenz zwischen den Behörden um Mittel und Kompetenzen, mangelnde Erfahrungen in Politikformulierung, Abwanderung qualifizierter Fachkräfte, mangelnde Transparenz und Partizipation.

Für das zwischenstaatliche Wassermanagement am Amudarja und Syrdarja wurde 1992 die *Interstate Commission for Water Coordination* (ICWC) gegründet, die später dem *International Fund for Saving the Aral Sea* (IFAS) untergeordnet wurde. Ihre Aufgabe ist es, Regulierung, effiziente Nutzung und Schutz der Gewässer zu überwachen und die Wasserverteilung zwischen den Staaten zu regeln. Allerdings werden die Beschlüsse des ICWC bzw. IFAS wegen mangelnder Kompetenzen, unzureichender rechtlicher Basis, unterschiedlichen Interessen der Staaten, gegenseitigem Misstrauen, mangelndem Informationsaustausch und der schlechten technischen Ausstattung der ausführenden Behörden nicht umgesetzt. Das ICWC hat keine Kompetenz für die Kontrolle der Wasserqualität, ein Thema, das lange Zeit gegenüber der Frage der Wasserverteilung vernachlässigt wurde. Zudem sind China und Afghanistan nicht eingebunden, und, was ebenso bedeutsam ist, der Energiesektor.

4.2 Gletscherschmelze

Ein langfristiges klimabedingtes Umweltproblem stellt der seit Anfang des 20. Jahrhunderts in Zentralasien zu beobachtende Abschmelzprozess der Gletscher dar. Mit ihm ist der unwiederbringliche Verlust der in den Eismassen gespeicherten Süßwasserressourcen verbunden.

Dieser Prozess verdient eine besondere Aufmerksamkeit, da der Abschmelzprozess seit Anfang der 1970er Jahre im Zuge der Klimaerwärmung deutlich an Intensität zugenommen hat (vgl. DIKICH 2004, GIESE und MOSSIG 2004). Kurz- bis mittelfristig werden die Abflussmengen von Flüssen mit Gletscherernährung in den Sommermonaten zunehmen, langfristig aber abnehmen, und der Zufluss von Gletscherwasser wird zum Teil ganz versiegen. Dieser Prozess kann für die Einzugsbereiche gletschergespeister Flüsse katastrophale Folgen haben, da mit dem Versiegen des Wasserzuflusses aus dem Abschmelzprozess die Grundlage für den Bewässerungsfeldbau im Vorland der Gebirge verloren geht. Der Anteil des Gletscherwassers am Gesamtabfluss kann beträchtliche Ausmaße annehmen. Bei Flüssen des Terskej- und Kungej-Alatau (nördlicher Tienschan), die in das Issyk-kul-Becken fließen, beträgt er bis zu 53 % (vgl. DIKICH 2004). Im Sommer kann der Gletscherwasser-Anteil bis auf 69–87 % ansteigen.

KUŽ'MIČENOK (2002) hat Szenarien der zukünftigen Gletscherentwicklung für den kirgisischen Teil des Tienschan entworfen. Er kommt zu dem Ergebnis, dass sich bis zum Jahr 2050 etwa 20 % der Gletscher, zumeist kleinere Gletscher, aufgelöst haben und das Gletschervolumen um rund 32 % geschrumpft sein wird. DIKICH (2004) kommt bei seinen im Kungej- und Terskej-Alatau (Nordkirgistan) durchgeführten Modellrechnungen zu ähnlichen Ergebnissen.

Sollte das Tempo der Erwärmung der Sommertemperaturen der letzten 20 Jahre im Tienschan (+ 1,5 ° bis + 2,0 °C) anhalten, dann rechnet DIKICH für die Gletscher des Kungej-Alatau bis zum Jahr 2025 mit einem Massenverlust der Gletscher von 26,5 %, für die Gletscher des Terskej-Alatau sogar mit einem Massenverlust von 61,6 %. Diese Entwicklung würde katastrophale Auswirkungen für die Bewässerungswirtschaft in Zentralasien haben. Hiervon betroffen sind vor allem die Oasen im Einzugsbereich südexponierter und kleinerer Gletscherbereiche.

4.3 Sand- und Staubstürme

Die tiefländischen Beckenbereiche Zentralasiens sind auf Grund der atmosphärischen Zirkulation und natürlichen Bodenbeschaffenheit in besonderem Maße für die Bildung von Sand- und Staubstürmen prädestiniert, da der größte Teil der Beckenbereiche von Sand- und Solontschakwüsten eingenommen wird. Diese Flächen wurden in jüngerer Zeit noch um die Verlandungsflächen ausgetrockneter bzw. austrocknender Seen (Aralsee, Lop-nor, etc.) erweitert. Im Turanischen Tiefland um den Aralsee nehmen derartige potentielle Nährflächen für Sand- und Staubstürme inzwischen ca. 70 % der Gesamtfläche ein (ZOLOTOKRYLIN 1996, S. 48). Dadurch treten in bestimmten Gebieten der tiefländischen Beckenbereiche im Frühjahr und Frühsommer (April bis Juli) Sand- und Staubstürme und im Winter staubige Bodenwinde auf. Dies betrifft die Republiken Kasachstan, Usbekistan, Turkmenistan und China.

Im Kontext der allgemeinen Fragestellung beachtenswert sind Sand- und Staubstürme aus folgenden Gründen:

- Sie sind in starkem Maße gesundheitsgefährdend, da sie mit salzhaltigen Partikeln (u. a. Thenarditen) durchsetzt sind, so dass die Bewohner in den betroffenen Gebieten in erhöhtem Maße unter Atemwegs- und Lungenkrankheiten leiden.
- Sie bewirken Überwehungs- und Versandungsprozesse, so dass wertvolles Ackerland verloren geht, Verkehrsbahnen und Siedlungen zerstört und Viehherden getötet werden (vgl. Tab. 2).

Sand- und Staubstürme treten nicht flächendeckend auf, sondern räumlich konzentriert. Besonders betroffen sind folgende Regionen:

- die östliche und nordöstliche Aralregion (Oblast Ksyl-Orda; Kasachstan);
- die südliche Aralregion (Karakalpakstan; Usbekistan);
- das Vorland des Kopet-dag (zentrale Karakum; Turkmenistan);
- das Tarimbecken in den nördlichen und südlichen Randbereichen der Taklamakan sowie im östlichen Randbereich, wo die beiden Sandwüsten Taklamakan und Kuluk zusammenzuwachsen drohen;
- das Ebinur-Gebiet (Nord-Xinjiang; VR China).

Die Ursachen des Auftretens von Sand- und Staubstürmen in Zentralasien sind komplex. Es wird sowohl von natürlichen (atmosphärische Zirkulation, Bodenbeschaffenheit) als auch anthropogenen Faktoren beeinflusst. Die beiden wichtigsten Faktoren für das Entstehen von Sand- und Staubstürmen sind das Vorhandensein hinreichend großer Nährflächen sowie das Auftreten starker Winde bzw. Luftturbulenzen. In den letzten 30 bis 40 Jahren haben sich folgende Änderungen vollzogen, die ein verstärktes Auftreten von Sand- und Staubstürmen in Zentralasien erwarten lassen:

- Durch Verlandung großer Seen (Aralsee, Lop-nor, Taitema) und Austrocknung der Deltabereiche großer Flüsse (Amudarja, Syrdarja, Tarim, Ili) nahm die Nährfläche für Sand- und Staubstürme erheblich zu.
- Seit Anfang der 1970er Jahre ist in den tiefländischen Trockengebieten Zentralasiens eine überdurchschnittlich starke Erwärmung und Aridisierung des Klimas festzustellen (siehe oben). Die Folgen dieses fortschreitenden Erwärmungsprozesses sind einmal eine Intensivierung der Zirkulationsprozesse, zum anderen eine Verstärkung der Verdunstungsprozesse und damit eine weitere Austrocknung des Oberbodens, was beides die Entstehung von Sandstürmen begünstigt.
- Parallel zur Erwärmung der Lufttemperatur erfolgt in den zentralen tiefländischen Beckenlagen Zentralasiens eine trendhafte Abnahme der ohnehin geringen jährlichen Niederschlagsmengen (siehe oben).
- Von großer Bedeutung für das Entstehen und die Entwicklung von Sand- und Staubstürmen sind zudem die Zerstörung der Wüstenvegetation und die Vernichtung der schützenden Auen- und Galeriewälder entlang der Flüsse. Die Vernichtung der Auenwälder ist zum einen auf Neulanderschließungen zurückzuführen, die seit den 1950er Jahren sowohl auf sowjetischer als auch chinesischer Seite durchgeführt wurden und die mit dem Abholzen und Roden umfangreicher Laubholzbestände (vor allem Pappelwälder in den Auenbereichen; Tugaj-Vegetation, vgl. Beitrag SUCCOW in diesem Band) verbunden waren. Zum anderen ist sie auf eine Absenkung des Grundwasserspiegels zurückzuführen, eine Folge der Ausweitung des Bewässerungsfeldbaus. Die Zerstörung der Wüstenvegetation umfasst auch Strauchformationen in der Wüste, die für die Fixierung der Dünen und Flugsande bedeutsam sind. Der mangelnde Zugang zu alternativen Brennstoffen führte zu einer massiven Brennstoffentnahme aus den Wüstengehölzen, wodurch nachfolgend oftmals Auswehungsprozesse eingeleitet wurden. Hinzu kommt, dass ein Viehverbiss der jungen Sträucher (Saksaul) erfolgt.

Das Zerstören der Wüstenvegetation und die Vernichtung der schützenden Pappelwälder hat seit Ende der 1950er Jahre Überwehungs- und Versandungsprozesse in Gang gesetzt, so dass

erhebliche Flächen wertvollen Ackerlandes von Versandung betroffen sind, aber auch Siedlungen und die Verkehrsinfrastruktur.

Von Versandung betroffen sind vor allem Bereiche am Mittel- und Unterlauf des Tarim (AR Xinjiang/VR China). Am Mittellauf des Tarim soll sich die versandete Fläche von 917,6 km² (1960) auf 984,3 km² (1998), also um 7,3 % ausgedehnt haben (SONG et al. 2000). Noch stärker soll sich die Versandung am Unterlauf des Tarim ausgeweitet haben. Hier soll die Versandungsfläche im Abschnitt zwischen Korla und dem Lop-nor von 12 % auf 52 % der Fläche zugenommen haben. Der Unterlauf des Tarim ist besonders von Sand- und Staubstürmen betroffen. Die Klimastation Yuli am unteren Tarim verzeichnete in den 1960er Jahren im Durchschnitt 42 Sandsturmstage; in den 1970er Jahren wurden im Durchschnitt 110 Sandsturmstage registriert.

In Tabelle 2 wurde eine Zusammenstellung der Schäden vorgenommen, die auf Starkwinde sowie Sand- und Staubstürme im Tarim-Becken zurückzuführen sind. Es ist deutlich abzulesen, dass seit den 1950er Jahren die Anzahl der Sand- und Staubstürme im Tarim-Becken zugenommen hat und parallel dazu auch der Umfang der dadurch verursachten Schäden.

Tab. 2 Katastrophen, ausgelöst durch Starkwinde sowie Sand- und Staubstürme, im Tarim-Becken seit den 1950er Jahren. Quelle: LRU 2000, S. 146

Zeitabschnitt	Anzahl	Betroffene Landwirtschaftliche Nutzfläche, 1000 ha	Getötetes Vieh	Getötete Menschen	Zerstörte Häuser	Schäden in Mio. Yuan
1950er Jahre	2	36				
1960er Jahre	8	724	509	5	373	
1970er Jahre	5	1638	7519	16	1752	
1980er Jahre	18	1352	24775	12	2556	60,2
1990er Jahre	25	3470	48068	3	1943	507,9
Summe	58	7157	80871	36	6624	568,1

Einen weiteren gravierenden Einfluss auf die Entwicklung der Sand- und Staubstürme haben Verlandungsprozesse der großen Binnenseen wie Aralsee, Lop-nor und der Kara-Bogaz-Bucht am Kaspischen Meer. In der Umgebung des Aralsees hat die Anzahl der Sand- und Staubstürme von im Durchschnitt an weniger als 10 Tagen im Jahr bis 1966 zugenommen auf bis an über 20 Tagen in bestimmten Küstenbereichen des Aralsees, zum Teil an über 50 Tagen (ZOLOTOKRYLIN 1996). Dies ist vor allem von Bedeutung unter dem Aspekt der gesundheitsgefährdenden Wirkung der Stürme.

Durch die Austrocknung des Aralsees wurden über 56000 km² seines Seebodens freigelegt (vgl. Abb. 6) und sind nun Sand- und Staubstürmen ausgesetzt bzw. selbst Nährboden und Entstehungsort von solchen. Der freigelegte Seeboden besteht zu 75 % aus Salzkrusten und zu 25 % aus sandigen Sedimenten (OPP 2007). Diese fast vegetationsfreien Flächen insbesondere des flachen Ost- und Südufers fungieren als Quelle bedeutender Staub- und Salzstaubverwehungen. Sie wurden über Satelliten in einer Ausdehnung von bis zu 500 km vom Herkunftsgebiet des Aral beobachtet (ORLOVSKY und ORLOVSKY 2001). Für andere Binnenseen Zentralasiens, die von entsprechenden Austrocknungsprozessen betroffen sind, gilt das gleiche.

In der Aralregion sind Erkrankungen der Atmungsorgane weit verbreitet. Sie kommen hier auffallend häufiger vor als in anderen Landesteilen der von Sand- und Staubstürmen betroffenen Republiken (Kasachstan, Usbekistan, Turkmenistan, China). Von Erkrankungen der Atmungsorgane sind in der Aralregion vor allem Kinder betroffen. Auch der Anteil der an diesen Krankheiten Verstorbenen ist überproportional hoch. Er liegt im Oblast Ksyl-Orda zum Beispiel um das 1,5–2-fache über dem Republikdurchschnitt Kasachstans. Nach Erkrankungen des Blutkreislaufs (42,0%) waren im Oblast Ksyl-Orda Erkrankungen der Atmungsorgane (chronische Bronchitis, akute Lungenentzündung, chronische Lungenentzündung) mit 11,8% (1999) neben bösartigen Neubildungen mit 12,4% der Verstorbenen die häufigste Todesursache. Zudem ist auffällig, dass die höchste Rate an Speiseröhrenkrebs im Oblast Ksyl-Orda auftritt.

Anfang der 1990er Jahre stellte man eine Zunahme von Tuberkulosefällen mit Todesfolge fest. Tuberkulose wird auf die Belastung der Atmungsorgane durch Salze und Feinstaub zurückgeführt, die regelmäßig infolge der auftretenden Stürme von den frei gelegten Seeflächen und ausgetrockneten Salzpfannen in die Höhe verwirbelt werden. Die Sterberate infolge Tuberkuloseerkrankung je 100 000 Einwohner schnellte im Jahr 1999 im Oblast Ksyl-Orda auf 249,6 hoch gegenüber dem Durchschnitt in der Republik Kasachstan von 140,1. Die Angaben zur Kindersterblichkeit (= Sterbefälle von Kindern unter 1 Jahr auf 1000 Lebendgeburten) in der Aralregion differieren (nach verschiedenen Quellen zwischen 22 und 41%). Sicher ist jedoch, dass sie eine der höchsten in Zentralasien ist. 34% der Todesfälle werden auf Erkrankungen der Atmungsorgane zurückgeführt.

Sand- und Staubstürme haben also gravierende ökologische, ökonomische sowie soziale Folgen und wirken sich damit negativ auf die Entwicklungschancen der betroffenen Regionen insgesamt aus.

4.4 Massenbewegungen: Bergstürze, Hangrutschungen, Schlamm- und Gerölllawinen

Zentralasien ist ein von Massenbewegungen – Bergstürzen, Hangrutschungen, Schlamm- und Gerölllawinen (Muren) – stark betroffenes Gebiet. Besonders gefährdet sind die Gebirgsrandlagen des Tienschan, vor allem die Vorlandbereiche des Kirgisischen und Transilenischen Alatau sowie das Fergana-Becken. Hier lebt ein erheblicher Teil der Bevölkerung Zentralasiens. Große Städte wie Bischkek (800 000 Einwohner) und Almaty (1,5 Mio. Einwohner) liegen in dieser Gefahrenzone.

Hangrutschungen sowie Schlamm- und Gerölllawinen stellen in Zentralasien eine große Gefahr dar. Immer wieder werden Dörfer oder Teile von ihnen unter abfließenden Schlamm- und Geröllmassen begraben; jährlich müssen Menschen umgesiedelt werden.

Die südliche Umgebung von Almaty gehört zu den am intensivsten durch Massenbewegungen gefährdeten Regionen der Erde (SCHRÖDER und EIDAM 2007). Im Jahre 1921 wurde Almaty von einer Schlamm- und Gerölllawine aus dem Tal der Kleinen Almatinka (Transilenischer Alatau) zugedeckt. Dieser Vorgang wiederholte sich, wenn auch nicht so vehement, in den Jahren 1947, 1950, 1956, 1963, 1973 und 1977. Im August 1977 ergoss sich eine Schlamm- und Gerölllawine von 6 Mio. m³ aus dem Tal der Großen Almatinka in die Vorlandbereiche und Außenbezirke von Alma-Ata. Im Juli 2003 wurde die Siedlung Kaschka-Suu im Tal der Ala-Artscha südlich von Bischkek (Kirgisischer Alatau) von einem Schlammstrom fast völlig zerstört.

Ein von Hangrutschungen besonders betroffenes und gefährdetes Gebiet ist das östliche Fergana-Becken (vgl. Abb. 7; *Malyj Atlas* 2003). Hier sei auf den Bergsturz von Usgen im

Jahr 1994 hingewiesen, der die Siedlung Komsomol unter sich begraben hat, sowie auf den Erdbeben von Majлуу-Suu am 5. 5. 2002, der einen Teil der Siedlung zerstörte.

Ein besonderes Problem stellen Schlamm- und Gerölllawinen dar, die auf Grund von Dammbürchen entstehen und mit denen die Gefahr verbunden ist, dass radioaktive Halden mitgerissen und in das besiedelte Vorland gespült werden, wie z. B. im Fall von Majлуу-Suu oder Min-Kusch, wodurch große Teile des landwirtschaftlich intensiv genutzten Fergana-Beckens verseucht würden (vgl. *Malyj Atlas* 2003).



Abb. 7 Auswirkungen des Klimawandels auf Naturkatastrophen im Fergana-Becken, Usbekistan

Ein weiteres Problem stellt der in der Autonomen Region Gorno-Badachschan (Ost-Tadschikistan) gelegene Sarez-See dar. Auch bei ihm besteht die Gefahr eines Dammbbruchs. Er liegt in 3200 m Höhe, besitzt ein Wasservolumen von 17 km³ (halb so groß wie der Genfer See) und wird durch einen natürlichen Damm, der 1911 durch einen Erdbeben entstanden ist, vom Murghabtal abgeriegelt. Würde der Damm brechen – und die Gefahr besteht schon bei einem schwachen Erdbeben von 5,0 auf der Richterskala – würde eine enorme Flutwelle aus Wasser, Schlamm und Geröll über den Bartang in den Pjandsch und Amudarja strömen und 5 Mio. Menschen in Tadschikistan, Afghanistan, Usbekistan und Turkmenistan bedrohen. Während der Sowjetzeit wurde 1988 ein Warnsystem installiert, das jedoch nicht mehr in Betrieb ist. Erst Ende der 1990er Jahre begannen internationale Geber, Katastrophenschutzmaßnahmen zu unterstützen.

Die Ursache für plötzliche Massenbewegungen ist in der Regel eine Kombination verschiedener Faktoren. So kommen Bergstürze, massive Rutschungsereignisse wie im Fergana-Becken und Murenabgänge in kurzer Zeit zustande, wenn während der Schneeschmelze oder während sommerlicher Starkniederschläge größere Massen an Lockermaterial in steilen Lagen wasserübersättigt werden und Erschütterungen durch Erdbeben erfolgen (SCHRÖDER und EIDAM 2007). Zentralasien gehört zu den seismisch besonders aktiven Gebieten der Erde und ist nicht zuletzt deshalb ein von „Geo-Hazards“ stark betroffenes und gefährdetes Gebiet. Hintergrund dieser Gefährdung sind zwei tektonische Platten, die indische und die eurasische Platte, die mit hoher Geschwindigkeit (4 cm pro Jahr) und ungeheurer Wucht gegeneinander driften und an den Rändern Spannungen aufbauen, die sich in Erdbeben und Bergstürzen, Hangrutschungen und Schlammlawinen entladen. Dass Erdbeben ein auslösender Faktor für Massenbewegungen sein können, belegt die Tatsache, dass die massiven Hangrutschungen im Fergana-Becken vornehmlich entlang tektonischer Bruchlinien auftreten (ROESSNER et al. 2000, 2006, WETZEL et al. 2000). Der wichtigste Faktor für die Instabilität von Hängen ist zumeist das Wasser. Auslösende Faktoren für Hangrutschungen und Schlammlawinen sind vor allem Starkregenereignisse sowie die im Frühjahr und Frühsommer stattfindende Schneeschmelze. Sie führen zu einer verstärkten Durchweichung des Bodens und bewirken eine Unterspülung. Wenn Hangrutschungen und Muren in der jüngsten Vergangenheit häufiger aufgetreten sind, so steht diese Entwicklung mit dem Klimawandel in einem Zusammenhang, in dessen Folge Starkregenereignisse zugenommen haben und die Schneeschmelze sich konzentrierter vollzieht.

Mit der Klimaerwärmung ist ein weiterer Effekt verbunden, der Murenabgänge fördert. Durch den Temperaturanstieg vor allem seit Anfang der 1970er Jahre (vgl. GIESE und MOSSIG 2004, GIESE und SEHRING 2007) ist der Permafrost in Höhenlagen über 3000 m oberflächennah abgeschmolzen (SCHRÖDER und EIDAM 2007). Dies hat zur Folge, dass viele der vorher festgefrorenen Materialien ihren Zusammenhalt verloren haben. Immer häufiger treten daher auch größere Muren in Tälern auf, die bis in die jüngste Vergangenheit nicht als murengefährdet eingestuft wurden. Aufgrund der zu erwartenden fortschreitenden Klimaerwärmung muss davon ausgegangen werden, dass der Permafrost in der Periglazialstufe weiter auftaut. Viele Steillagen, die bis in die jüngste Vergangenheit hinein als sicher galten, müssen inzwischen als Murenbildungsgebiete angesprochen werden (SCHRÖDER und EIDAM 2007). Bei einem Temperaturanstieg muss deshalb mit einem häufigeren Auftreten von Muren und Hangrutschungen in Zentralasien gerechnet werden.

Seit Mitte der 1960er Jahre hat man begonnen, die von Murenabgängen betroffenen Täler durch zum Teil gewaltige Murenschutzanlagen zu sichern. So wurde im Tal der Kleinen

Almatinka südlich von Almaty bei Medeo ein 400 m hoher Gesteinsschutt-Damm mit einem vorgelagerten Auffangbecken errichtet. Zudem wurden weiter unterhalb des Damms kleinere Sperranlagen gebaut.

4.5 Erdbeben

Zentralasien, speziell der Bereich des Tienschan und seine Umgebung, zählen zu den am stärksten erdbebengefährdeten Regionen der Erde. Im Jahre 1902 wurde die Stadt Andischan komplett zerstört, 1948 Achschabad und 1966 zentrale Teile Taschkents (MACHATSCHEK 1921, GELLERT und ENGELMANN 1967). Erdbeben in Zentralasien gehören zu den heftigsten der Erde. Mit großer Wucht und Geschwindigkeit (2 cm/Jahr im Tienschan, 3 cm/Jahr im Kunlun, Beobachtungszeitraum 1994–1998) driftet die Indische Platte gegen die Eurasische Platte. Forschungsergebnisse der historischen Seismologie und Paläo-Seismologie weisen darauf hin, dass Erdbeben selbst der Magnitude 8,0 zu erwarten sind. Sie können Volkswirtschaften, wie die der Republiken Kirgistan oder Tadschikistan, die zu den ärmsten Ländern der Erde zu rechnen sind, an den Rand des wirtschaftlichen Ruins führen. Welches Ausmaß ein solches Erdbeben annehmen kann, lässt sich aktuell an dem verheerenden Erdbeben vom 19. Mai 2008 in der Provinz Sichuan in der VR China ablesen (Stärke 7,9), wo über 80 000 Tote, 220 000 Verletzte und 5 Mio. Obdachlose zu beklagen sind. Bei erneutem Auftreten eines schweren Erdbebens in Taschkent mit seinen 2,7 Mio. Einwohnern rechnet man aufgrund der vorhanden Bausubstanz mit 250 000 Toten und 540 000 Verletzten.

4.6 Bodendegradierung durch Bodenversalzung und Überweidung

Die Bodendegradierung ist in vielen Teilen Zentralasiens weit vorangeschritten und betrifft sowohl Weide- als auch Ackerflächen, vor allem Bewässerungsfeldbauflächen. Ein Großteil der Bewässerungsflächen ist aufgrund des jahrzehntelangen Baumwoll- und Reisanbaus versalzen. Neben der Bodenversalzung stellt die Bodendegradation siedlungsnaher Weideflächen ein weiteres Entwicklungsproblem der Landwirtschaft und zukünftigen Nahrungsmittelversorgung dar. Die Degradation von Weideflächen hat sich auf Grund der Überweidung dieser Flächen eingestellt und ist auf die Auflösung von Kolchosen und Sovchosen zurückzuführen und eines damit verbundenen traditionellen Weidebewirtschaftungssystems. Von einer klima- und umweltbedingten Verursachung ist hierbei nicht auszugehen, so dass auf eine weitere Betrachtung der Überweidungsproblematik verzichtet wird.

Die Bodenversalzung stellt einen der nachhaltigsten und schwerwiegendsten Engpassfaktoren der landwirtschaftlichen Produktion dar. Sie hat in den vergangenen Jahrzehnten in Zentralasien stark zugenommen. In Kirgistan sind mindestens 12 %, in Tadschikistan 16 %, in Kasachstan über 33 %, in Usbekistan 50 % und in Turkmenistan 96 % der Bewässerungsfläche von Versalzung betroffen (BUCKNELL et al. 2003). In einigen Gebieten wie dem zentralen Fergana-Becken soll die Bodenversalzung besonders stark vorangeschritten sein. Dort sollen 84 % des Bewässerungslandes (1990) versalzen sein, in der Karakalpakischen Republik 77 % (GLAZOVSKIJ 1990). Von massiven Versalzungsproblemen ist auch Xinjiang betroffen. Nach FAN (1996) sollen entlang des Tarim 35–41 % der Ackerflächen von Versalzungsproblemen betroffen sein, 18 % davon sehr stark, 33 % mittelmäßig und 49 % leicht. Schon im Quellbereich des Tarim, im Bezirk Aksu, sollen 29 % der Ackerflächen von Versalzungsproblemen beeinträchtigt sein. Infolgedessen müssen Bewässerungsfeldbauflächen aufgegeben werden;

stattdessen werden neue Flächen erschlossen, ganze Staatsfarmen des Produktions- und Aufbaukorps in Xinjiang werden verlegt. „Flächenumtrieb“ und „Landverbrauch“ sind enorm. In Xinjiang wurde von 1949 bis 1988 eine Fläche von 6,764 Mio. ha für den Bewässerungsfeldbau erschlossen. Die bewässerte Ackerfläche nahm in der AR Xinjiang im Jahr 1988 aber nur eine Fläche von 2941 Mio. ha ein, d. h., nahezu 57 % des neu erschlossenen Ackerlandes mussten zwischenzeitlich auf Grund von Versalzungs- und Versandungserscheinungen wieder aufgegeben werden.

Die Ursachen der Bodenversalzung sind vor allem in der Bewässerungspraxis und im Bewässerungssystem zu suchen, die den natürlichen Gegebenheiten, vor allem dem Bodenuntergrund – häufig Lehmböden mit geringer hydraulischer Durchlässigkeit –, zu wenig angepasst sind. Die entscheidende (technische) Ursache liegt in dem Zusammenwirken von hohen Wasserabgaben für den Reis- und Baumwollanbau und der ungenügenden Kapazität der Entwässerungsanlagen (vgl. GIESE 1998, BETKE 1998, GIESE et al. 2005). Drainageanlagen fehlen zumeist.

Eine weitere Ursache der Bodenversalzung sind der massive Düngemiteleininsatz, der auf Grund der jahrzehntelang durchgeführten Monokultur (Baumwollanbau; Reisanbau) notwendig wurde (ausgelaugter Boden), und die Mehrfachverwendung des Bewässerungswassers. Dieses wird in der Regel einem Kollektorensystem zugeführt und erneut, mittlerweile aber mit Düngemittelresten, Pestiziden und Herbiziden angereichert, wieder den Bewässerungsfeldern zugeführt. Bewässerungsanlagen im Bereich der Unterläufe der Flüsse (Amudarja, Tarim) sind deshalb von Versalzungsproblemen besonders betroffen.

Die Versalzung der Ackerflächen ist überwiegend wirtschaftlich bedingt. Sie besitzt aber auch eine natürliche, klimatische Komponente, die in dem Auftreten der Sand- und Staubstürme liegt. Sand- und Staubstürme wirbeln die auf den freigelegten Seeflächen ausgefallenen Salze auf und lagern sie u. a. auf den Bewässerungsfeldern wieder ab. Zum Teil werden die aufgewirbelten Salzpartikel auch von den Niederschlägen aufgenommen, so dass eine Salzanreicherung des Bodens über atmosphärische Niederschläge erfolgt. Der Salzgehalt der Niederschläge hat allein in der Zeit von 1968/1969 bis 1979/1980 im Aralseegebiet um das 6-fache zugenommen (MURZAEV 1991).

Nach RAZAKOV (vgl. GIESE 1998) sollen in den Oasen am unteren Amudarja jedes Jahr pro Hektar 340 kg Salz in trockener Form und weitere 180 kg in flüssiger Form über Niederschläge niedergehen und abgelagert werden. Bei den Salzen handelt es sich vornehmlich um Sulfate und Chloride, also um Salze, die für das Pflanzenwachstum eine besondere Gefahr darstellen. Sollten Sand- und Staubstürme aufgrund der Klimaerwärmung an Häufigkeit und Intensität zunehmen, ist mit einer verstärkten Bodenversalzung und nachfolgendem Verlust wertvollen Ackerlandes zu rechnen.

5. Gesamteinschätzung

Wasser und Land sind für den Großteil der Bevölkerung, der von der Landwirtschaft lebt, die wichtigsten Ressourcen. Beide sind nicht nur knapp, sondern auch räumlich extrem ungleich verteilt. Diese Situation verschärft sich noch durch die Degradierung und gegenwärtigen Umweltveränderungen, wodurch beide Ressourcen noch knapper werden. Die sozioökonomischen Folgen der Umweltdegradierung haben vor allem wirtschaftlich schwächere Gruppen zu tragen. Und gerade die Landbevölkerung ist in vielen Fällen von der wirtschaftlichen Ent-

wicklung in den Städten ausgeschlossen und auf Subsistenzlandwirtschaft angewiesen. Der Zugang zu ausreichendem und qualitativ zufriedenstellendem Land und Wasser ist deswegen entscheidend, mangelnder Zugang ein Sicherheitsrisiko. Gerade im Fergana-Tal kann dies zur Eskalation führen, auch da bestimmte Gruppen ein Interesse an einer instabilen Lage in dieser Region haben.

Bisher waren Umweltdegradierungen keine direkte Ursache für gewalttätige Konflikte in Zentralasien. Allerdings verschärfen sie bereits vorhandene soziale, ökonomische, politische und gesellschaftliche Spannungen bzw. werden im Rahmen solcher instrumentalisiert, und zwar sowohl in den zwischenstaatlichen Beziehungen als auch innerhalb der Staaten. Auf lokaler Ebene wird in von Degradation besonders betroffenen Gebieten immer wieder von Zusammenstößen berichtet. Diese sind jedoch nicht monokausal mit Umweltdegradierung zu begründen, sondern treten dann auf, wenn Umweltdegradierung einhergeht mit mangelndem Zugang zu den Ressourcen Land und Wasser, Bevölkerungsdruck, Zwangsumsiedlungen, Flüchtlingsbewegungen, wirtschaftlichen Krisen oder ethnischen Spannungen. Ein Sicherheitsrisiko besteht weniger aufgrund der Umweltdegradierung allein, sondern aufgrund der Verknüpfung und Wechselwirkung mit gesellschaftlichen und sozioökonomischen Missständen.

Die innere Stabilität der zentralasiatischen Staaten wurde in jüngster Vergangenheit immer wieder erschüttert durch terroristische Aktionen (Usbekistan, Xinjiang), Bürgerkrieg (Tadschikistan) und kriminelle Durchdringung der Politik (Kirgistan). Alle Staaten sind gekennzeichnet durch enormes Demokratiedefizit, wachsende soziale Ungleichheit, starke regionalistische Identitäten und neo-patrimoniale Herrschaftsstrukturen, die die Berücksichtigung der Ansprüche und Unzufriedenheit der Bevölkerung seitens der Regierung dämmt. Diese generell instabile Lage in Zentralasien und der Mangel von *good governance* auf nationaler und Kooperation auf regionaler Ebene lassen wenig Potenzial zu einer Verbesserung der Problemlösungskapazität im Umweltbereich erkennen.

Hinzu kommt, dass die von Umweltdegradierung besonders betroffenen Regionen auch politisch und wirtschaftlich marginalisiert sind, so dass deren Probleme keine Priorität bei den Regierungen besitzen. Dies kann zu Unruhen führen, vor allem, wenn sich die Probleme ethnisch oder nationalistisch instrumentalisieren lassen (Fergana-Tal, Xinjiang, Amudarja-Unterlauf). Zu einer ähnlichen Einschätzung gelangt auch das *United Nations Development Programme* (UNDP): „Environmentally triggered or heightened tensions arise at the sub-state level and in already marginalized and remote areas.“ (UNDP 2003.) Für die Regierungen dagegen hat angesichts der wirtschaftlichen Krise seit Zusammenbruch der Sowjetunion die ökonomische Entwicklung Vorrang vor ökologischen Aspekten, die oft allein aufgrund der Förderung und Finanzierung internationaler Geberorganisationen Beachtung finden. Die Umweltbehörden haben eine politisch eher schwache Stellung.

Die Sicherheitsimplikationen der verheerenden Umweltsituation in Zentralasien sind bekannt und haben bereits zu zahlreichen Aktivitäten von Seiten internationaler Organisationen geführt. Seit 2002 ist das Fergana-Tal eine der Schwerpunktregionen der *Environment and Security Initiative* (EnvSec) von UNDP, *United Nations Environment Programme* (UNEP) und *Organization for Security and Co-operation in Europe* (OSCE). Die Staaten selbst haben äußerst schwache Kapazitäten, um mit den Umweltproblemen und ihre Folgen umzugehen. Dies betrifft sowohl Fragen der Politikentwicklung als auch der Umsetzung von internationalen Abkommen und innenpolitischen Reformen. Regionale Kooperation gestaltet sich besonders schwierig (ALLISON 2004, 2007, SEHRING 2007, TURSUNOV und TURSUNOV 2003).

Gerade diese ist jedoch aufgrund des grenzüberschreitenden Charakters vieler Umweltprobleme besonders wichtig.

Literatur

- AHMAD, M., and WASIQ, M.: Water Resource Development in Northern Afghanistan and Its Implications for Amu Darya Basin. World Bank Working Paper No. 36. Washington, D. C.: World Bank 2004
- ALLISON, R.: Regionalism, regional structures and security management in Central Asia. *International Affairs* 80/3, 463–483 (2004)
- ALLISON, R.: Blockaden und Anreize. *Osteuropa* 57/8–9, 257–275 (2007)
- BETKE, D.: Ökologische „Dominoeffekte“ ethnischer Landerschließungsstrategien in Zentralasien. In: GIESE, E., BAHRO, G., und BETKE, D. (Eds.): *Umweltzerstörungen in Trockengebieten Zentralasiens (West- und Ost-Turkestan). Ursachen, Auswirkungen, Maßnahmen*. S. 121–159. Stuttgart: Fritz Steiner 1998
- BUCKNELL, J., KLYTCHNIKOVA, I., LAMPIETTI, J., LUNDELL, M., SCATASTA, M., and THURMAN, M.: *Irrigation in Central Asia. Social, Economic and Environmental Considerations*. Washington, D. C.: World Bank 2003
- DIKICH, A. N.: Gletscherwasserressourcen der Issyk-Kul-Region, ihr gegenwärtiger und zukünftiger Zustand. Discussion Papers Nr. 19. Gießen: Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung 2004
- FAN, Z.: *Research on the Impacts of Land Utilization on Ecology and Environment in Xinjiang and the Correspondent Countermeasures*. Beijing: Meteorological Publishing House 1996 (chinesisch)
- GELLERT, J. F., und ENGELMANN, G.: Entwicklung und Struktur einiger sowjetischer Großstädte in Mittelasien. *Geographische Berichte* 44/3, 175–203 (1967)
- GIESE, E.: Die ökologische Krise des Aralsees und der Aralseeregion: Ursache, Auswirkungen, Lösungsansätze. In: GIESE, E., BAHRO, G., und BETKE, D. (Eds.): *Umweltzerstörungen in Trockengebieten Zentralasiens (West- und Ost-Turkestan). Ursachen, Auswirkungen, Maßnahmen*. S. 55–119. Stuttgart: Fritz Steiner 1998
- GIESE, E., und MOSSIG, I.: Klimawandel in Zentralasien. Discussion Papers Nr. 17. Gießen: Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung 2004
- GIESE, E., MOSSIG, I., RYBSKI, D., and BUNDE, A.: Long-term analysis of dry air temperature trends in Central Asia. *Erdkunde* 61, 186–202 (2007)
- GIESE, E., SEHRING, J., und TROUCHINE, A.: Zwischenstaatliche Wassernutzungskonflikte in Zentralasien. Discussion Paper Nr. 18. Gießen: Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung 2004
- GIESE, E., MAMATKANOV, D., und WANG, R.: Wasserressourcen und deren Nutzung im Flussbecken des Tarim (Autonome Region Xinjiang/VR China). Discussion Paper Nr. 25. Gießen: Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung 2005
- GIESE, E., und TROUCHINE, A.: Aktuelle Probleme der Energiewirtschaft und Energiepolitik in Zentralasien. Discussion Paper No. 28. Gießen: Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung 2006
- GIESE, E., und SEHRING, J.: Destabilisierung- und Konfliktpotential prognostizierter Umweltveränderungen in der Region Zentralasien bis 2020/2050. Expertise für das WBGU Hauptgutachten „Welt im Wandel. Sicherheitsrisiko Klimawandel“. Berlin: WBGU 2006
- GIESE, E., und SEHRING, J.: Konflikte ums Wasser. Konkurrierende Nutzungsansprüche in Zentralasien. *Osteuropa* 57/8–9, 483–496 (2007)
- GLAZOVSKIJ, N. F.: *Aral'skij krizis. Pričiny vozniknovenija i puti vychoda*. Moskva 1990
- HAMBLY, G.: *Zentralasien*. Fischer Weltgeschichte Bd. 16. Frankfurt (Main): Fischer 1966
- IPCC: *Climate Change 2007*. Geneva: IPCC 2007
- KREUTZMANN, H.: Afghanistan and the opium world market: Poppy production and trade. *Iranian Studies* 40/5, 605–621 (2007)
- KU' MIENOK, V.: *Matematiko – kartograficheskoe modelirovanie vozmozhnykh izmenenij vodnykh resursov i oledneniya Kirgystana pri prognoziruemykh izmenenijakh klimata*, mimeo. Bishkek, Kyrgyz Academy of Sciences 2002
- LIU, Y.: *Report on Field Survey of Middle & Lower Reaches of Tarim River*. Beijing: China Statistics Press 2000
- MACHATSCHKEK, F.: *Landeskunde von Russisch-Turkestan*. Stuttgart: Engelhorn 1921
- Malyj Atlas: Kartšem prognozirovanija črezvyčajnych situacii na territorii Kirgystskoj Respubliki*. Biškek 2003 (pod red. Ministerstvo ekologii i črezvyčajnych situacii Kirgystskoj Respubliki)
- MAMATKANOV, D. M., DIKICH, A. N., ROMANOVSKIJ, V. V., SUJUNBAEV, M. N., et SCHAMBEV, Z. S.: *Sovremennye tendencii temperatury vozducha i reakcija na nich razlitschnych vidov vodnykh resursov Issyk-Kulskoj kotloviny*. *Izvestija Nacionanoi Akademii Nauk Kirgystskoj Respubliki* 2/3, 96–101 (1997)

- MICKLIN, P.: The Aral Crisis and its Future: An Assessment in 2006. *Eurasian Geography and Economics* 47/5, 546–567 (2006)
- MOSSIG, I., und RYBSKI, D.: Die Erwärmung bodennaher Luftschichten in Zentralasien – Zur Problematik der Bestimmung von Trends und Langzeitkorrelationen. Discussion Papers Nr. 26. Gießen: Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung 2005
- MURZAEV, E. M.: Kratkiy obzor issledovaniyi Arala i Priarala. *Izvestija Akademii Nauk SSSR, serija geograficheskaja* 4, 22–35 (1921)
- OPP, C.: Vom Aralsee zur Aralkum: Ursachen, Wirkungen und Folgen des Aralsee-Syndroms. In: GLASER, R., und KREMB, K. (Eds.): *Asien*. S. 90–100. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2007
- OLZSCHA, R., and CLEINOW, G.: *Turkestan. Die politisch-historischen und wirtschaftlichen Probleme Zentralasiens*. Leipzig: Koehler und Amelang 1942
- ORLOVSKY, N., and ORLOVSKY, L.: Case studies of sand-dust-storms in Asia. White sand-storms in Central Asia. <http://www.unced.int/publicinfo/duststorms/part4-eng.pdf> (2001)
- ROESSNER, S., WETZEL, H.-U., KAUFMANN, H., KORNU, W., LEHNER, M., REINARTZ, P., and MUELLER, R.: Landslide investigations in Southern Kyrgyzstan based on a digital elevation model derived from stereoscopic MOMS-2P data. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* 23/B7, 1259–1266 (2000)
- ROESSNER, S., WETZEL, H.-U., KAUFMANN, H., and SARNAGOEV, A.: Satellite remote sensing and GIS for analysis of mass movements with potential for dam formation. *Italian Journal of Engineering Geology and Environment Special Issue 1*, 103–114 (2006)
- SCHRÖDER, H., und EIDAM, U.: Hazards im Tianshan: Geomorphologisch-ökologische Konsequenzen des Klimawandels. In: GLASER, R., und KREMB, K. (Eds.): *Asien*. S. 113–121. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2007
- SEHRING, J.: Die Aralsee-Katastrophe. Ein Nachruf auf das Krisenmanagement. *Osteuropa* 57/8–9, 497–510 (2007)
- SONG, Y., FAN, Z., and LEI, Z.: *Research on Water Resources and Ecology of Tarim River, China*. Beijing: Xingjiang Renmin Verlag 2000 (chinesisch)
- STADELBAUER, J.: Zentralasien als Begriff. In: GUMPPENBERG, M. VON, und STEINBACH, U. (Eds.): *Zentralasien. Geschichte – Wirtschaft – Politik*. München: Beck 2004
- TURUNOV, A. A., et TURUNOV, A.: Vliyaniye usychyjushchego Aralskogo Morya na globalnye izmeniya klimata mimeo. *Almaty: National Academy of Sciences* 2003
- UNDP: *Adressing environmental risks in Central Asia*. Bratislava: UNDP 2003
- WBGU: *Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel*. Berlin: Springer 2008
- WETZEL, H.-U., ROESSNER, S., and SARNAGOEV, A.: Remote sensing and GIS based geological mapping for assessment of landslide hazard in Southern Kyrgyzstan (Central Asia). In: BREBBIA, C. A., and PASOLO, P. (Eds.): *Management Information Systems 2000: GIS and Remote Sensing*; pp. 355–366. Southampton: WIT-Press 2000
- ZOLOTKRYLIN, A.: Pyl'nye bury na Turanskoy nizmennosti. *Izvestija Rossijskoj Akademii Nauk, serija geograficheskaja* 6, 48–54 (1996)

Prof. Dr. Ernst GIESE
Justus-Liebig-Universität Gießen
Institut für Geographie
Bereich Wirtschaftsgeographie
Senckenbergstraße 1
35390 Gießen
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 641 9936267
Fax: +49 641 9936209
E-Mail: ernst.giese@geogr.uni-giessen.de

Ökologie der Tugai-Vegetation winterkalter Wüsten und ihr Verlust am Beispiel der Taklamakan

Michael SUCCOW und Niels THEVS (Greifswald)

Mit 29 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung

Die Tugai-Vegetation, einst ein Charakteristikum der winterkalten Wüsten- und Halbwüsten Zentralasiens, ist gegenwärtig akut vom Aussterben bedroht. Ursache ist neben der fortschreitenden Aridisierung dieser Räume durch den Klimawandel vor allem die Überführung ihrer Standorte in Bewässerungsfeldbau, meist verbunden mit Eindeichung der Flussläufe und im Gefolge forcierters Versalzung der Böden. Durch das Vermögen, sich aus tiefem Grundwasser, d. h. aus dem Infiltrationswasser der sich natürlicherweise ständig verlagernden Flussysteme zu ernähren, weist die Tugai-Vegetation eine bemerkenswerte Anpassung an Naturräume mit angespanntem Wasserhaushalt auf. Da die unterirdisch gebildete beachtliche Wurzelmasse weitestgehend konserviert wird, stellen Tugai-Ökosysteme zudem bislang kaum bilanzierte CO₂-Senken dar. Somit fungieren sie als wichtige ökologische Stabilisierungsräume im Naturhaushalt winterkalter Wüsten- und Halbwüsten. Während ihre natürliche generative Ansiedlung ausgesprochen spezifische Bedingungen im Zusammenhang mit Sommerüberflutungen voraussetzt, ist ihr Fortbestand infolge dann hoher Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Standortbedingungen mit Hilfe klonaler Ausbreitung relativ stabil. Gegenwärtig gilt es, die letzten Reste dieser an Extremstandorte angepassten Vegetation unabdingbar durch Schutzgebiete zu erhalten.

Abstract

The Tugai vegetation, formerly characteristic for winter cold deserts and semi deserts of Central Asia, is in acute danger of extinction. Reason for that is ongoing desertification by climate change as well as land use changes to irrigated agriculture, often associated with dike constructions at the river banks and following accelerated salinization. Tugai vegetation has the ability for nourishing on deep groundwater that infiltrates from those always changing river systems. This is a remarkable adaptation on areas with strained water balance. Most of the considerable root systems do not decompose. By that Tugai ecosystems are CO₂ sinks. These have not been accounted until now. They function as important stabilizing landscapes for the natural balance of winter cold deserts and semi deserts. Whereas natural generative colonization needs very specific inundation conditions in summer, later on their continuity by clonal dissemination is relatively stable because of high adaptation potential on changing site conditions. The preservation of the last remnants of these vegetation types adapted on extreme site conditions, in protected areas should have top priority.

1. Problemstellung

Sämtliche von Vegetation geprägten terrestrischen Ökosysteme unserer Erde stellen in unterschiedlichem Maße und in unterschiedlicher Weise – im Ergebnis ihres Stoffhaushaltes – CO₂-Senken dar. Sie trugen damit zu einer relativ ausgeglichenen Balance des Kohlenstoffhaushaltes unserer Erde bei – eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Entfaltung der menschlichen Zivilisation. Die gegenwärtige Phase der Interaktion Mensch – Natur ist vor al-

lem durch den anthropogen gestörten Kohlenstoffhaushalt der Erde gekennzeichnet, was sich zunehmend als Schicksalsfrage der menschlichen Zivilisation erweist. Ursache dafür ist, dass in geologischen Epochen entsorgter, d. h. dem Stoffkreislauf der Erde entzogener Kohlenstoff wieder als fossiler Energieträger in den Stoffkreislauf gebracht wird, in Tateinheit mit dem zunehmenden Verlust der aktuellen Kohlenstoff-Festlegung in natürlichen Ökosystemen.

Unter den terrestrischen Ökosystemen sind mit Abstand wachsende Moore zwar die bedeutendsten Kohlenstoffsinken. (Bei nur 3 % der Landfläche haben sie 30 % des Kohlenstoffs gespeichert!) Aber auch die winterkalten Wüsten, so sie denn noch naturnahe Vegetation tragen, stellen bemerkenswerte CO₂-Senkensysteme dar, verbunden mit einer bemerkenswerten „Wasserproduktivität“.

Das gilt insbesondere für die Tugai-Vegetation als natürlichem Bestandteil der Flussläufe und Binnendeltagebiete der großen aus Schmelzwasser der umliegenden Gebirge gespeisten Wüstenflüsse Zentralasiens. Im Prozess der natürlichen Aridisierung dieser Räume in der Nacheiszeit und verstärkt mit der menschlichen Inkulturnahme dieser hoch produktiven Ökosysteme ist ihr fortlaufender Verlust und gegenwärtig ihre irreversible Vernichtung verbunden. Damit hören wichtige Kohlenstoff-Senkenökosysteme auf zu bestehen. Zudem verursachen die derzeit praktizierten Formen der agrarischen Landnutzung einen weit höheren Wasserverbrauch und die permanente Gefahr der Bodenversalzung.

Am Beispiel der Tugai-Vegetation des Tarim-Flusses in der Taklamakan-Wüste Nordwestchinas soll dieses Phänomen vorgestellt werden. Zunächst sollen neuere Forschungsergebnisse zur Ökologie der Tugai-Vegetation, insbesondere ihre natürliche Reproduktion aufgezeigt werden, danach soll die gegenwärtig vor allem nutzungsbedingte Zerstörung dieser hoch spezialisierten, an die extremen Naturraumbedingungen winterkalter Wüsten angepassten Vegetation behandelt werden. Daraus resultieren Fragen zum Stoffhaushalt und zum Erhalt der Funktionstüchtigkeit dieser Ökosysteme. Die aktuelle Situation verlangt ihren unabdingbaren Schutz bzw. nachhaltige (neue) Formen der menschlichen Nutzung dieser Standorte.

2. Einführung in den Naturraum

Winterkalte Wüsten und Halbwüsten haben den Schwerpunkt ihres Auftretens in Zentralasien, wo sie umrahmt von Hochgebirgen (so die Taklamakan, Abb. 1) oder am Rande von Hochgebirgen (wie die Karakum und Kysylkum) jeweils von größeren Flüssen durchzogen sind, die aus dem sommerlichen Schmelzwasser der Gebirgsmassive gespeist, in Wüstenendseen oder Binnendeltagebieten (Abb. 2) verdunsten. Generell waren diese Flüsse einst weiträumig von einer spezifischen Gehölzvegetation gesäumt, dem Tugai, der aus wenigen hoch spezialisierten, tief wurzelnden Baum- und Straucharten bestand, meist durchsetzt mit ausgedehnten Schilfröhrichtern. Die Flüsse mit ihrer sie begleitenden Tugai-Vegetation waren in diesen extremen Klimaräumen (Abb. 3) wichtigste Lebensadern für Mensch und Tier. Entsprechend erfolgte mit den sich ab dem Neolithikum herausbildenden menschlichen Kulturen ihre bevorzugte Nutzung und um 2000 v. Chr. mit bodenbauenden Kulturen in Form der Flussoasen die Entfaltung von Hochkulturen. Wenngleich insbesondere in der Neuzeit der überwiegende Teil dieser Tugai-Vegetation in Kulturland überführt wurde, hat sich an Amudarja und Syrdarja, an Ili und Tarim bis heute naturnahe Tugai-Vegetation erhalten können mit Großsäugern wie Wild-Kamel und Buchara-Hirsch, aber auch Tiger und Wolf. (Der letzte wilde Tiger wurde in den Tugai-Wäldern am Amudarja in Turkmenistan erst 1963 erlegt!)

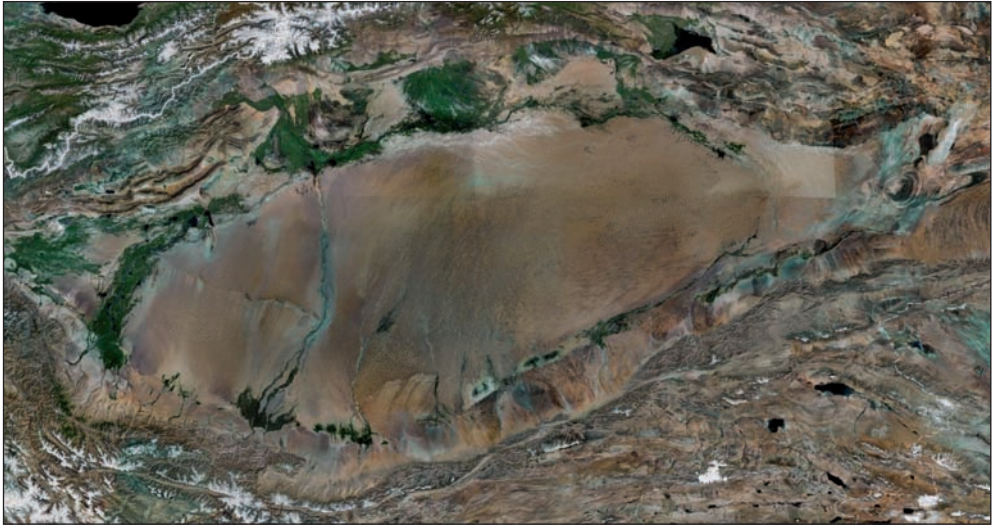


Abb. 1 Satellitenbild der Wüste Taklamakan/Nordwestchina. Quelle: Google-Grafiken 2008 Terra Metries Kartendaten, AND, NFGIS, Europa Technologies

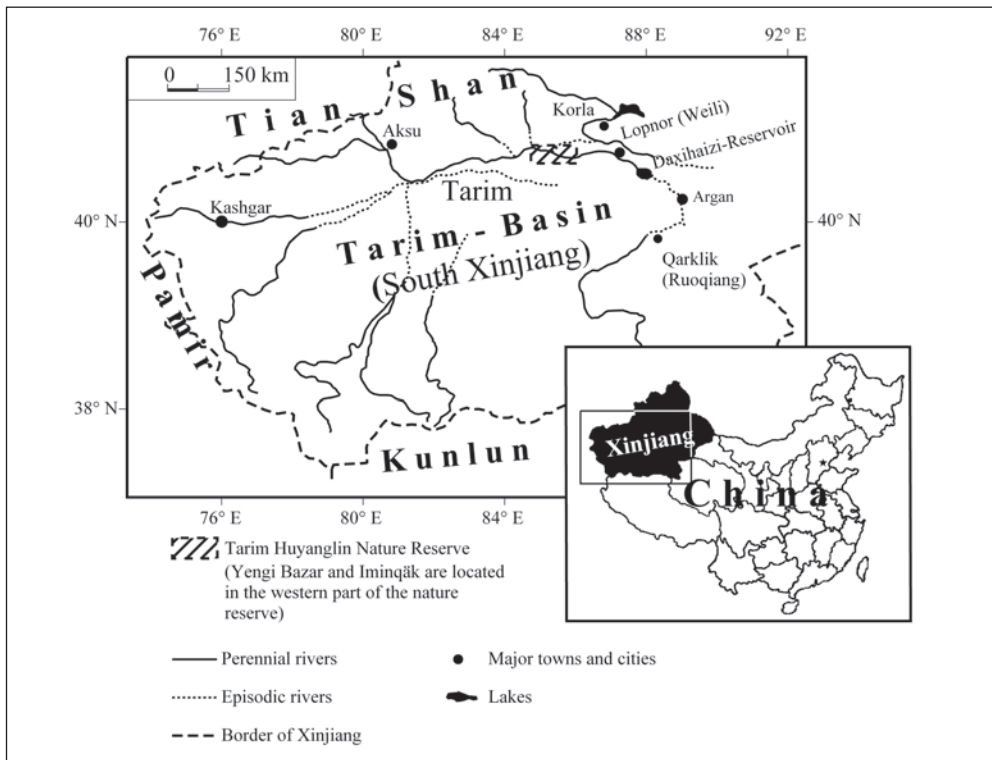


Abb. 2 Das aktuelle hydrologische System des Tarim-Beckens (aus THEVS et al. 2008)

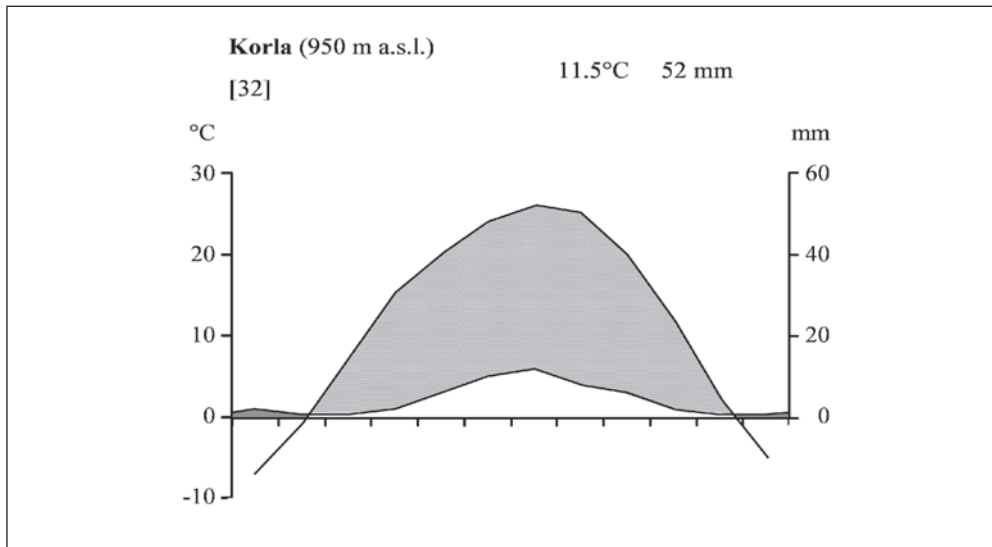


Abb. 3 Klima-Diagramm der Stadt Korla (aus THEVS 2006)

Wichtigste natürliche Futterpflanze dieser an Pflanzenarten armen Lebensräume war für Wild- und Haustiere das Gemeine Schilf (*Phragmites australis*).

Hochwässer treten nur zur Zeit der stärksten Schneeschmelze der Hochgebirge im Zeitraum Juni/Juli auf (Abb. 4). Die längste Zeit des Jahres zeigen die Flüsse nur eine äußerst geringe Wasserführung. Aus den Abbildungen 5 und 6 sowie aus den Tabellen 1 und 2 ist die immer intensivere Inbesitznahme des Naturraumes durch den Menschen zu ersehen.

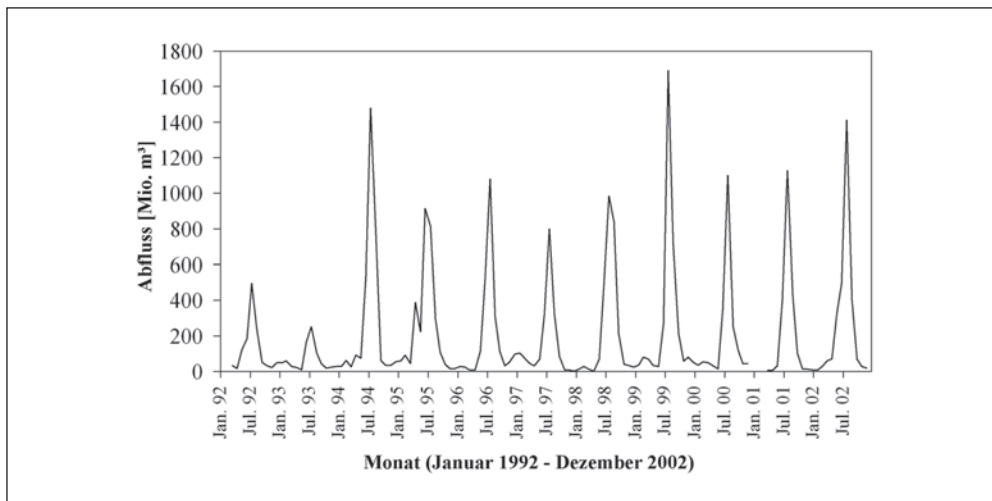


Abb. 4 Monatlicher Abfluss des Tarim-Flusses bei Yengi Bazar (Daten des *Tarim Watershed Administration Bureau*, Korla)

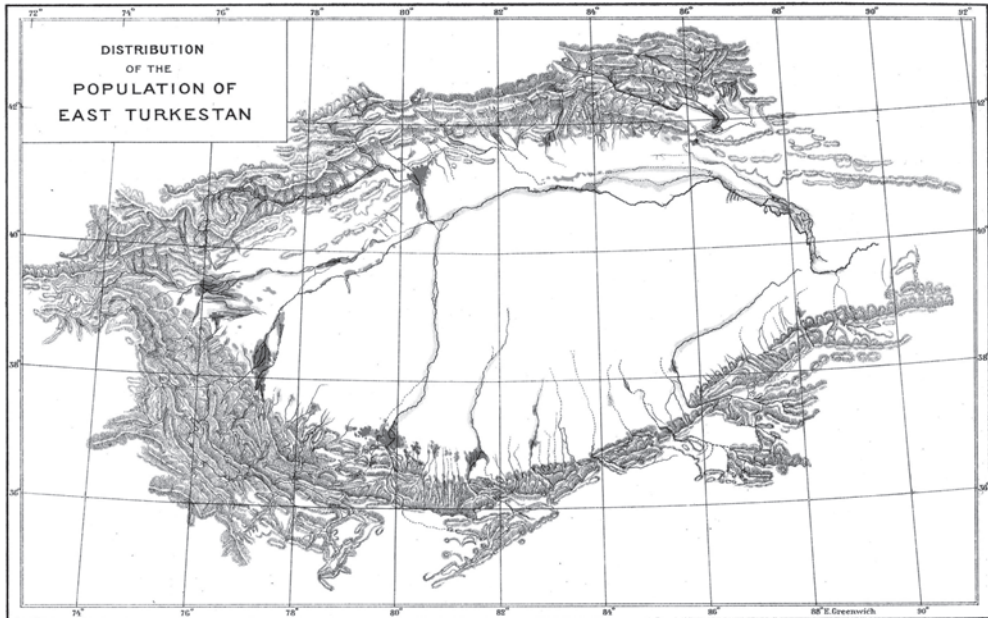


Abb. 5 Besiedlung und Hydrologie des Tarim-Beckens 1903 (aus HEDIN 1905)

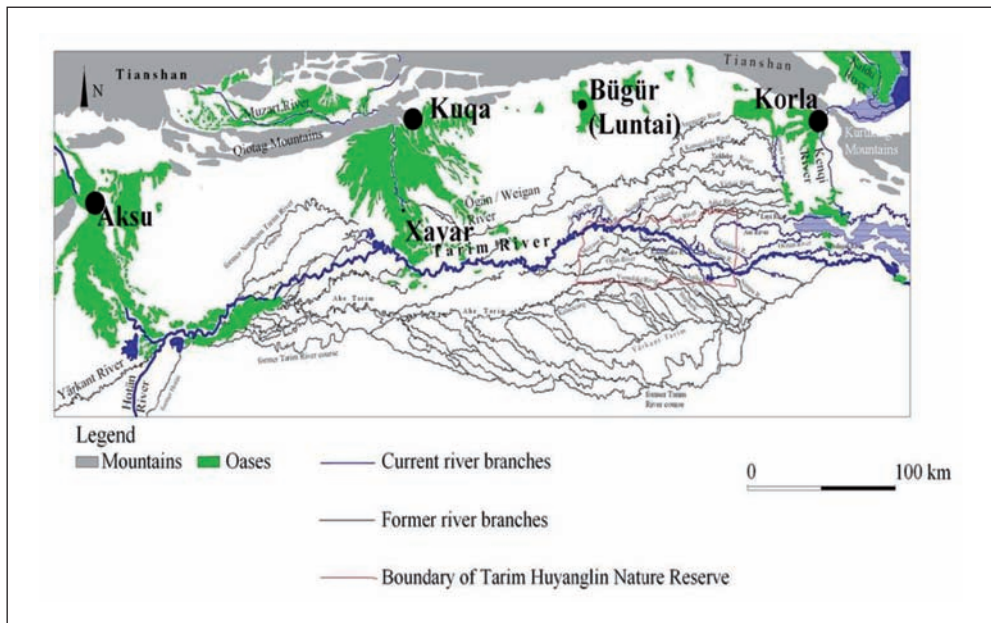


Abb. 6 Aktuelle Besiedlung des nördlichen Tarim-Beckens (aus THEVS 2006)

Tab. 1 Bevölkerung und Landwirtschaftsfläche im Tarim-Becken zur Han-Zeit sowie im 20. Jahrhundert (XIA 1998)

Zeit	Bevölkerung [Mio.]	Landwirtschaftsfläche [ha]
Han-Dynastie (220 v. Chr. bis 206 n. Chr.)	0,23	50 000
1909	1,78	602 000
1949	3,04	706 000
1980	6,09	1 330 000
1990	7,06	1 412 000

Tab. 2 Rückgang der Tugai-Wälder am Tarim von 1958 bis 1983

Jahr	Tugai-Wald-Fläche [ha]				Quelle
	Oberlauf	Mittellauf	Unterslauf	Gesamtfläche	
1958	230 000	175 800	54 000	459 800	WANG et al. 1996, S. 180
1978	58 200	100 200	16 400	174 800	WANG et al. 1996, S. 180
1983	112 400	110 800	7 333	230 533	LIU et al. 1990

Die Tugai-Vegetation stellt damit heute eine der am stärksten vom Menschen veränderten Vegetationslandschaften unserer Erde dar. Aktuelle Erhebungen sind leider nicht verfügbar. Der aktuelle Flächenbestand in China dürfte aber weit unter 100 000 ha liegen. Der verbliebene Flächenanteil in den mittelasiatischen Republiken (ehemalige Sowjetunion) ist noch deutlich geringer.

Wie insbesondere die Forschungen von Dieter JÄKEL (1991a, b, c), Zhu ZHENDA und Lu JINGHUA (1991), Tian YUZHAO (1991), Ling YUQUAN (1991) und Cheng HESHENG (1991a, b) aufzeigen, begann spätestens vor 20 000 Jahren die fortschreitende Austrocknung des einst den Raum der Taklamakan bedeckenden gewaltigen Binnensees, verbunden mit Wüstenbildung, d. h. dem Aufbau großer Sanddünenfelder. Der „Paläo-Lop-Noor“ als einstiger Süßwassersee schrumpfte, und die werdende Sandwüste zeichnete sich zunächst durch ein Geflecht aus mäandrierenden Strömen mit sie weitflächig begleitenden Tugai-Wäldern bei Dominanz der Wüsten-Pappel (*Populus euphratica*) sowie Schilfsümpfen (*Phragmites australis*) aus. Es entwickelten sich gewaltige Binnendelta-Gebiete, gespeist von den sommerlichen Hochwässern aus den Schneeschmelzen der Nährgebiete: den das Tarim-Becken umgebenden Hochgebirgen des Kun Lun, Pamir und Tienschan. Die sich aus fluviatil abgelagerten Sanden und Schluffen aufbauenden, immer größer werdenden Barchanfelder engten die Flusssysteme schließlich immer weiter ein. Andererseits brachten die Hochwässer permanent Süßwasser, das weitflächig in den angrenzenden Wüsten die Ausbildung von Grundwasserkörpern ermöglichte. Diese von Tugai-Vegetation bedeckten Binnenentwässerungsgebiete zogen zweifellos mit ihrem Tierreichtum, aber auch ihrer natürlichen pflanzlichen Produktivität Menschen der verschiedensten Kulturen an. Die erste große Zeit der Oasenkulturen und damit die Entfaltung der „Seidenstraßen“ begann vor 2000 Jahren und währte etwa bis 400 n. Ch. Eine spürbare Klimaveränderung, ein Wärmerwerden mit weniger Schneefall und damit weniger Schmelzwässern ließ Flüsse und Seen allmählich versiegen und Wüstenendseen zu Salzwüsten erstarren.

Die „Karte der Dünenentwicklung“ in der Taklamakan von JÄKEL (1991c) zeigt in vier Zeitschnitten in beeindruckender Weise den Verlust einst phasenhaft von Überflutungen geprägter Naturräume. Waren vor 7500 Jahren noch etwa die Hälfte der heutigen Wüste potentielle Überflutungsräume, vor 2000 Jahren immerhin noch mindestens ein Drittel und 400 Jahre vor heute vielleicht noch ein Viertel, so sind es 1990 unter Hinzuziehung der bewässerten Oasenkulturen weniger als 10%. Gegenwärtig geht man davon aus, dass im Tarim-Becken während des 20. Jahrhunderts 80–90% der Tugai-Wälder zerstört worden sind.

Der Lop Noor, von Sven HEDIN (1905) noch als lebenserfülltes Gewässer beschrieben, das von einer Schilf- und Fischkultur der dortigen Anwohner geprägt war, ist heute eine lebensfeindliche Salzwüste. Andere, noch auf jüngeren Karten dargestellte Süßwasserseen wie der Taitema-See (Austrocknung 1972) oder der Restsee in der Turpan-Senke zeigen heute großflächig (auf Hunderten von Hektar) Schilfstoppeln mit Gehäusen von Süßwasserschnecken (Arten der Gattungen *Lymnaea* und *Radix*) als Belege ihrer einstigen, bis in unsere Zeit reichenden Ausdehnung (siehe Abb. 7 und 8).

Die unter Wüstenbedingungen stark verminderte Abbaubarkeit der organischen Substanz ließ die einst auf dem Seeboden wachsenden und sich hier ablagernden Schilfrhizome bzw. die Halmbasen nahezu vollständig erhalten. Man könnte dieses Phänomen als „Trockentorf“-Bildung bezeichnen.

Die Kartierung dieser „Schilfstoppeln“ und möglicherweise ihre Altersbestimmung ließen zusammen mit der Bestimmung der Molluskengehäuse Aussagen zur einstigen Verbreitung dieser Seen und ihrer ökologischen Bedingungen ableiten (siehe HOFMANN 1999). Als



Abb. 7 Erhaltene Schilfstoppeln („Trockentorf“) auf ehemaligem Seegrund in der Turfan-Senke (Foto: M. Succow 2000)

einzigster natürlicher Süßwassersee ist heute nur noch der Baghrash-See erhalten geblieben (Abb. 9). Dieser See wird vom Kaidu-Fluss aus dem Tienschan gespeist und entwässert durch den Kenqi-Fluss in die Senke des ehemaligen Lopnor-Sees. Das Delta des Kaidu-Flusses



Abb. 8 Ehemaliger Seeboden des Taitema-Sees (Austrocknung 1972), mit Schilfrhizomen und Süßwasserschnecken (Foto: M. Succow 2002)



Abb. 9 Als einziger Süßwassersee am Rande des Tarim-Beckens ist heute nur noch der Baghrash-See (Bosten Lake) existent. Dichte, bis 3 m hohe Schilfröhrichte säumen die Ufer (Foto: M. Succow 2002).

kann damit noch eine Vorstellung von der natürlichen Schilfproduktivität (Abb. 10) dieser Süßwasserseen vermitteln, ebenso der potentiellen Nutzung, sei es durch Fischerei, Schilfgewinnung oder aktuell auch Tourismus (Abb. 11).



Abb. 10 Produktion von Schilfgeflecht als Baumaterial am Rande des Baghrash-Sees (Foto: M. Succow 2004)



Abb. 11 Neu errichteter Tourismus-Komplex im Baghrash-See (Künstlich aufgeschüttete Sandinsel am Rande der Schilfröhrichte) (Foto: M. Succow 2004)

3. Zur Ökologie intakter Tugai-Vegetation

Die Tugai-Vegetation der winterkalten Wüsten Zentralasiens besitzt eine an extreme Umweltbedingungen adaptierte, nur aus wenigen Arten bestehende Pflanzenwelt. Die hier vorkommenden Arten muten wie Wunder der Evolution an. Sie müssen im Laufe des Jahres Temperaturen von + 30° C bis – 10° C meistern, in der Vegetationsperiode eine hohe Sonnenintensität ertragen, mit Bodenversalzung fertig werden, und sie sind fast ausnahmslos Tiefwurzler, die sich in Naturräumen mit fast fehlendem Niederschlag ihre Wasserversorgung durch das Erschließen des Grundwassers sichern. Die fünf wichtigsten Gefäßpflanzen der Taklamakan sind die Euphrat-Pappel (*Populus euphratica*), mehrere Arten der Tamariske (*Tamarix*), das Gemeine Schilf (*Phragmites australis*), das Süßholz (*Glycyrrhiza inflata*) und der Lopnoor-Hanf (*Apocynum venetum*). Alle diese Arten können das Grundwasser bis in Tiefen von 10 m erschließen, die Euphrat-Pappel bis 13 m und *Tamarix*-Arten sogar bis 30 m (THEVS 2005). All diese Arten sind für die menschliche Existenz von herausragender Bedeutung: Schilf und Euphrat-Pappel als Viehfutter, Süßholz als menschliches Nahrungsmittel, Lopnoor-Hanf als Faser und Heilpflanze, Euphrat-Pappel und Tamariske als Brennmaterial, Schilf als Rohstoff für die Papierherstellung bzw. Euphrat-Pappel als Bauholz. Die tiefe Grundwasser-Erschließung durch die Naturvegetation steht ganz im Gegensatz zu den generell einjährigen Kulturpflanzen der Oasenbauern, die nur durch Bewässerung bei enorm hohem Wasserverbrauch und der damit verbundenen Bodenversalzung angebaut werden können.

Die Neuansiedlung der genannten Wildpflanzenarten über Samen geschieht nur unter sehr spezifischen Standortbedingungen: Auf den frischen Ton- und Schluffablagerungen während der Zeit des kurzen Sommerhochwassers im Bereich der sich ständig verlagern den Flussarme. Nur hier schaffen es die generell sehr kleinen Samen der Wüstenpflanzen, in kürzester Frist zu keimen und im feuchten feinklastischen Bodenmaterial innerhalb einer Vegetationsperiode mehrere Dezimeter lange Wurzeln zu bilden, die nur bei günstigen Standortbedingungen auch in den folgenden Jahren schließlich zu überlebensfähigen Pflanzen heranwachsen können. Die Wasserverdriftung der nur kurze Zeit lebensfähigen Samen der Euphrat-Pappel bringt es mit sich, dass die aufwachsenden Bestände eine Saumstruktur aufweisen (THEVS et al. 2008). Sind diese generativ vermehrte Pflanzen einmal etabliert, so sind sie auf diesen Standorten mit ständig wechselnden Wasserläufen und vor allem aktiver Dünenbildung durchaus in der Lage, sich auf relativ absinkende Grundwasserstände erneut einzustellen. Einmal etabliert, können diese Gewächse über Jahrhunderte, wenn nicht gar Jahrtausende, die eroberten Standorte behaupten, nun aber über klonales Wachstum, also vegetativ. Auch sind die Klone in der Lage, mit dem Älterwerden stärkere Salzgehalte des Grundwassers zu tolerieren. Die Grundwasserversorgung bleibt aber unerlässlich. Infolge dieser Lebensstrategie ist die von der Artengarnitur her relativ uniforme Tugai-Vegetation über ein großes Standortspektrum anzutreffen: Es reicht vom jungen Flussufer bis in die Barchanfelder (siehe die Abb. 12–16).

Mit Abbildung 17 wird das Wandern des Flussbettes und damit die immer wieder neue Möglichkeit einer generativen Etablierung der tief wurzelnden Wüstenpflanzen veranschaulicht. Abbildung 18 zeigt im Blockdiagramm die Vegetations- und Standortmuster an einem Transekt im Tarim.

Aus dieser Darstellung ist zu ersehen, dass die einmal angesiedelte Tugai-Vegetation eine große Kontinuität und hohe Stabilität aufweist, dass sie trotz sich ständig verändernder Standortbedingungen in Bezug auf relative Grundwassertiefe und Salinität auf einmal besiedelten



Abb. 12 Blick in die *Populus euphratica*-Tugai-Wälder am nordwestlichen Rande des Huyanglin-Naturschutzgebietes (Tarim-Mittellauf) (Foto: M. Succow Juni 2004)



Abb. 13 Junger, durch generative Vermehrung entstandener *Populus euphratica*-Tugai-Wald am Tarim-Mittellauf (Huyanglin-Naturschutzgebiet). Anfang Juni vor dem sommerlichen Hochwasser (Foto: M. Succow 2000)



Abb. 14 Überfluteter Tugai-Wald im Huyanglin-Naturschutzgebiet zur Zeit des Sommerhochwassers (Foto: M. Succow Juli 2004)



Abb. 15 Durch vegetative Vermehrung erhaltener alter *Populus euphratica*-Bestand am Rande der Taklamakan-Wüste (Foto: M. Succow 2000)



Abb. 16 Alter *Populus euphratica*-Klon im Huyanglin-Naturschutzgebiet (Foto: M. Succow 2000)

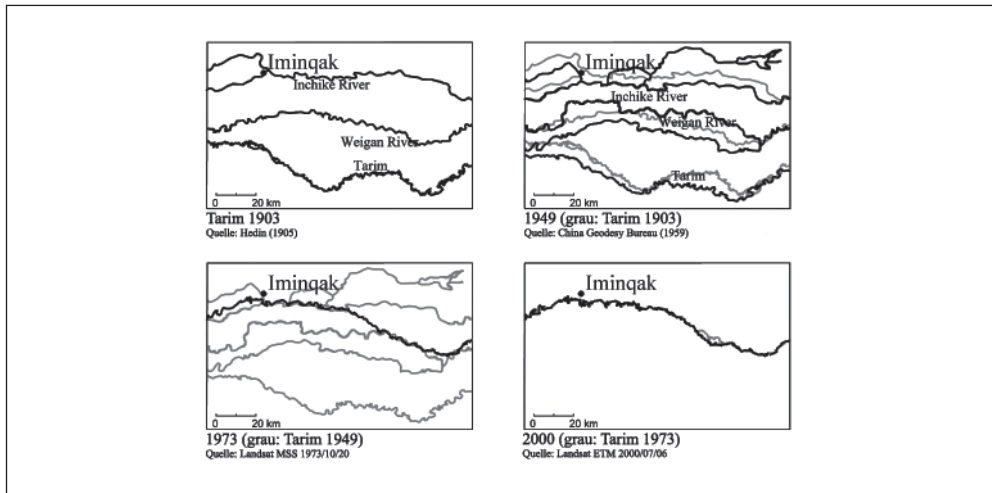


Abb. 17 Fluss-Verlagerungen des Tarim während der letzten 100 Jahre (aus THEVS 2006)

Arealen über eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit verfügt. Das Substrat selbst spielt in diesen Ökosystemen schließlich kaum noch eine Rolle.

Für den langfristigen Fortbestand der Tugai-Vegetation ist letztendlich entscheidend, dass das schneeschnmelzebedingte Sommerhochwasser in den Sanden im Umfeld der aktuellen Flussverläufe ungehemmt versickern kann (Uferfiltrat), der Wasserspeicher Boden immer

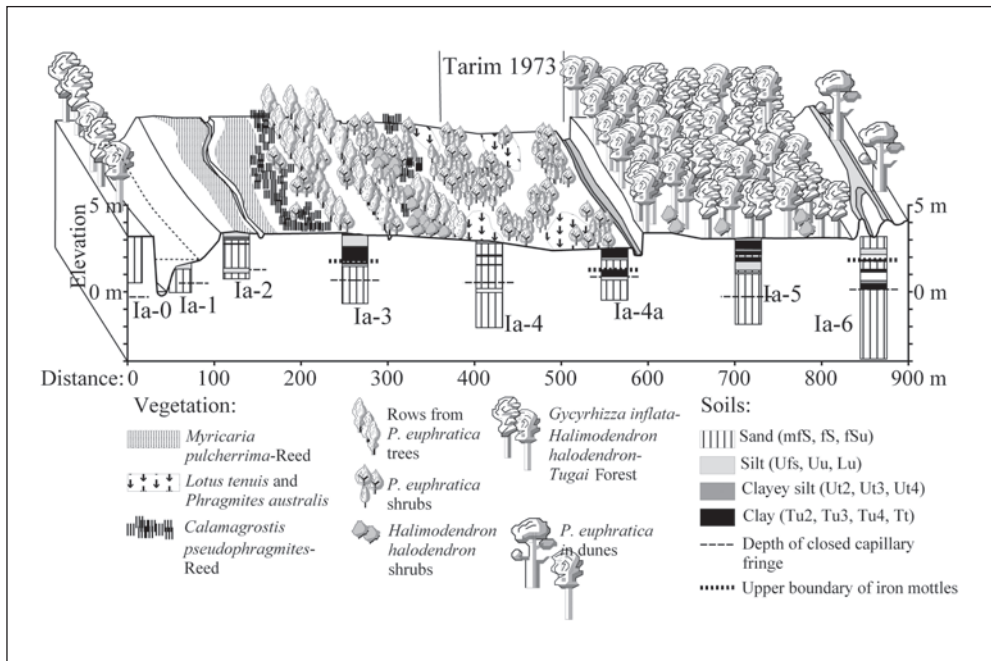


Abb. 18 Transekt am Mittellauf des Tarim (aus THEVS 2006)

wieder neu aufgefüllt wird, die „Unterbodenbewässerung“ der Tugai-Vegetation also garantiert ist, der Grundwasserspeicher Boden unangetastet bleibt!

Das Schilf (im Vergleich zur Pappel verbraucht es deutlich weniger Wasser) ist ähnlich wie die Tamariske auch in der Lage, vom sich in großen Dünen auf Grund unterschiedlicher Lagerungsdichten der Sande anstauendem Niederschlagswasser (das es gelegentlich ja auch hier gibt) zu speisen. Allerdings entwickeln sich dann keine dichten Schilffelder, sondern ausgesprochen kräftige Einzelpflanzen im Bereich von Dünenhängen außerhalb erreichbaren Grundwassers (THEVS et al. 2007, Abb. 19).

Auf Grund dieser Befunde ist davon auszugehen, dass trotz der generellen Aridisierung des Klimas in der Taklamakan während des Holozäns sich über sehr lange Phasen einmal etablierte Tugai-Vegetation (das betrifft sowohl die Gehölze als auch die ausdauernden Gräser und krautigen Pflanzen) erhalten konnte. Letzte Reste (oft nur noch kümmernd) dieser Vegetation, vor allem aber ihre Ablagerungen in Form von Holz (insbesondere Wurzelholz) bzw. Rhizomen (Schilf) in aktuellen vegetationsfreien Dünenfeldern zeugen von der einstigen Verbreitung der Tugai-Vegetation in der Taklamakan (Abb. 20). Leider gibt es hierzu keine systematischen Kartierungen. Auch wissen wir bislang nichts über das potentielle Alter derartiger Klone.

Auch Kohlenstoffbilanzen, die das beachtliche CO₂-Bindungsvermögen der Tugai-Vegetation belegen würden, sind unseres Wissens bislang noch nicht erstellt worden. Das ist umso bemerkenswerter als zumindest die unterirdisch gebildete Biomasse offenbar weitestgehend konserviert wird. Die Tugai-Vegetation könnte weit über dem Kohlenstoff-Speichervermögen vieler anderer terrestrischer Ökosysteme liegen („Trockentorfe“). Die einst



Abb. 19 Das Gemeine Schilf (*Phragmites australis*) ist in der Lage, Unterhänge von Sanddünen zu besiedeln (Foto: M. Succow 2004)



Abb. 20 Freigewehte, verwitterte Wurzelmasse eines *Populus euphratica*-Klons am Rande der heutigen Taklamakan-Wüste (Foto: M. Succow 2004)

ausgedehnte Tugai-Vegetation winterkalter Wüsten- und Halbwüsten dürfte damit zu einem wichtigen „Senkenökosystem“ unserer Erde gezählt haben!

4. Zur fortschreitenden anthropogenen Vernichtung der Tugai-Vegetation

Neben der allmählichen Veränderung der Vegetationsdecke Zentralasiens im Zuge des globalen Klimawandels der Nacheiszeit verstärkt sich der Prozess der Aridisierung gegenwärtig dramatisch durch die aktuellen anthropogenen Klimaveränderungen (GIESE und MOSSIG 2004). So ist bei der prognostizierten Klimaveränderung der nächsten Jahrzehnte mit einem Abschmelzen der Gletscher der die Taklamakan umgebenden Hochgebirge und einem rasanten Hochwandern der klimatischen Schneegrenze zu rechnen (BOLCH 2005, REN et al. 2007). Das könnte einerseits in den nächsten Jahrzehnten forcierte Schmelzwasserfluten bedeuten, dann aber ein fast völliges Versiegen nach sich ziehen (CHEN et al. 2005, LI et al. 2007).

Neben diesen menschengemachten, aber doch indirekten Veränderungen kommen seit nunmehr ca. 50 Jahren immer stärker werdende direkte Eingriffe in den Landschaftswasserhaushalt hinzu. Das begann mit dem Aufbau von Armeefarmen am Tarim-Ober- und Unterlauf seit 1950. Ihre Etablierung erforderte den Bau von Flachwasserstauseen, da der Tarim im Frühjahr und Frühsommer wenig Wasser führt. Die Flachwasserstauseen verursachen hohe Verdunstungsverluste. Nach dem Bau des Daxihaizi-Stausees am Beginn des Unterlaufs fiel der Tarim-Unterlauf seit 1972 komplett trocken. Am Tarim-Mittellauf sind im Verlauf der letzten 50 Jahre zahlreiche Nebenarme, die das Hinterland mit Wasser versorgten, trocken gefallen. Damit wird die periodische jährliche Flusswasserinfiltration in die angrenzenden Wüsten unterbunden.

Der auf den Militärfarmen betriebene Bewässerungsfeldbau mit seinen fast ausnahmslos einjährigen Gemüse-, Getreide- und Baumwollkulturen verursachte zum einen die Vernichtung der Tugai-Vegetation infolge großflächiger Rodungen, zum andern einen immens gesteigerten Wasserverbrauch durch die neuen, nicht das tiefe Grundwasser erschließenden Kulturen.

Des Weiteren setzte seit den 1990er Jahren eine starke Flächeninanspruchnahme, die auch die Naturschutzgebiete Tarim Huyanglin und Tarim Shangyou Xayar nicht ausschloss, durch aus Südchina herein drängende Siedler ein, was zu einer weiteren großflächigen Devastierung der Tugai-Vegetation führte. Die Erdölerschließung im Tarim-Becken löste eine „Goldgräberstimmung“ in dieser Wüstenregion aus, die mit einer rasanten Entwicklung der Infrastruktur, dem Neuaufbau von Städten und damit enormem Wasserverbrauch aus dem Tarim verbunden war.

All diese Prozesse führten innerhalb weniger Jahre zum totalen Versiegen der bis dahin wenigstens phasenhaften Wasserspeisung des unteren Tarim auf einer Länge von 320 km und damit zum raschen Absterben der Tugai-Vegetation auf Tausenden von Hektar (37 600 ha, vgl. Tab. 2). Damit war das Versiegen des Taitema-Sees vollzogen.

Seit dem Jahr 2000 wurde im Rahmen eines Regierungsprogramms zur Regulierung des Tarim wiederholt Wasser in den Unterlauf des Tarim eingeleitet. Diese Aktion wurde mit dem Begriff „Ökologisches Wasser für den Tarim“ benannt. Ein Ziel dieses Programms ist die Revitalisierung der Tugai-Auenwälder am Tarim-Unterlauf. Tatsächlich konnte der Grundwasserspiegel von durchschnittlich >12 auf 6–8 m unter Flur angehoben werden, so dass die Euphrat-Pappeln teilweise wieder Wurzelsprosse bildeten und sich klonal vermehrten. Das Schilf zeigte dagegen keine Regeneration. Das erhoffte Wiederergrünen der Pappelwälder

am Tarim-Unterlauf sollte gleichzeitig dem Schutz der Staatsstraße von Korla nach Quarlik dienen, einer von zwei Verbindungen von Xinjiang nach Zentralchina.

Das Wasser, das in den Tarim-Unterlauf geleitet wird, stammt aus dem benachbarten Kenqi-Fluss sowie aus dem Mittellauf des Tarim. Vom Kenqi wurden 2002 zwei Kanäle zum Tarim-Unterlauf gebaut, so dass letztendlich ein Wassertransfer zwischen dem Kaidu-Kenqi-Flusssystem mit dem Baghrash-See und dem Tarim stattfindet.

Im Jahr 2004 sind entlang des gesamten Tarim-Mittellaufs Deiche gebaut worden, durch die das Wasser während der Sommerhochwässer durch den Mittellauf in den Unterlauf geleitet wird. Die Nebenarme des Binnendeltas am Tarim-Mittellauf sollten durch Einlassbauwerke mit Wasser versorgt werden. Allerdings werden die Einlassbauwerke erst beim Rückgang des Hochwassers geöffnet (Beobachtung THEVS 2005, 2006), so dass das Binnendelta vertrocknet. Im Rahmen der Tarim-Regulierung sollte auch die Landwirtschaft Wasser einsparen. Seit 2000 ist der Einsatz von Tröpfchenbewässerung, besonders in den Militärfarmen am Oberlauf, forciert worden. Allerdings ist dort gleichzeitig die Fläche unter Bewässerung beachtlich vergrößert worden, so dass die aktuelle Landnutzung in der Summe kaum Wasser einspart.

Das Programm der Tarim-Regulierung revitalisiert zwar etwas den Unterlauf, allerdings auf Kosten des bislang noch recht naturnahen Mittellaufs mit seinem Naturschutzgebiet. Die Deiche verhindern zudem die Flussdynamik, die ein entscheidender Faktor für die generative Verjüngung der Euphrat-Pappel ist.

In den Jahren 2007 und 2008, jeweils in der Phase der hauptsächlichen Wasserführung von Juni bis Juli, kam der Abfluss auch im Tarim-Mittellauf und sogar in Teilen des Oberlaufs zum Erliegen. Als Grund wurde genannt, dass die Schneefälle gering ausgefallen seien, so dass die Schneeschmelze nur wenig Wasser zum Abfluss während des Frühsommers beitragen konnte. Dieser Wassermangel führte zu Einbußen in der Baumwollernte, besonders bei Kleinbauern, die ihr Wasser direkt aus dem Tarim beziehen. Die großen Betriebe bohrten 2007 Grundwasserbrunnen, meist bis 80–100 m Tiefe, d. h. in fossile Grundwasserleiter.

Mit einer Serie von Bildern, wie wir sie während der Bereisungen des Tarim-Mittel- und Unterlaufes in den letzten acht Jahren erlebten, soll dieser Prozess des Absterbens der Tugai-Vegetation vor Augen geführt werden (Abb. 21–23).

Mit dem Verlust der Flusswasserinfiltration sterben als erstes die Schilfbestände, und damit stirbt die Hauptfutterpflanze des Tugai sowohl für die Wildtiere wie Maus, Hase und Gazelle als auch für die Haustiere wie Schaf, Ziege und Kamel. Danach kommt es zum Absterben der Pappeln, in den Kronen beginnend. Die Tamarisken halten am längsten durch.

Wie aus den Abbildungen 23 bis 26 zu ersehen, ist mit dem Absterben der Vegetation eine verstärkte Windausblasung der Landschaft verbunden. In deren Folge modellieren sich die Wurzelmassen der einstigen Pappelklone bzw. Tamariskengestrüppe als „Holzberge“ in der Landschaft immer stärker heraus. Ihr Scheitel ist oft noch für längere Zeit von einem Tamariskenbusch „gekrönt“. Diese Hügel aus fossilem Holz können Ausmaße von 12 m Höhe und 30 m Breite erreichen und auf einem Hektar durchaus bis zu 25 „Individuen“ aufweisen. Wie Abbildung 24 zeigt, handelt es sich um kompakte Ablagerungen vor allem aus Wurzelholz und Borke der Euphrat-Pappel, reichlich angereichert mit Tamariskenholz, auch deren Nadelwerk bzw. Pappelblättern. Ein Indiz dafür, dass große Teile der Phytomasse der Tugai-Vegetation konserviert werden. Bilanzen dieser „Kohlenstoffberge“ sind uns bislang nicht bekannt. Auch fehlen Altersdatierungen. So ist nur zu erahnen, welche bedeutende Rolle die Tugai-Vegetation der winterkalten Wüstenökosysteme als Stoffsenke spielt bzw. spielte.



Abb. 21 Absterbender Pappelwald infolge versiegenden Grundwassers. Mittellauf des Tarim, Huyanglin-Naturschutzgebiet (Foto: M. Succow 2004)



Abb. 22 Fortgeschrittenes Stadium des „Zusammenbruchs“ eines Tugai-Waldes infolge nicht mehr verfügbaren Grundwassers (Foto: M. Succow 2004)



Abb. 23 Abgestorbener Tugai-Wald am Unterlauf des Tarim. Die Winderosion lässt die fossilen Wurzelmassen schon als schwache Hügel erscheinen. (Foto: M. Succow 2004)



Abb. 24 Wurzelholzberge prägen nach Winderosion das Landschaftsbild einstiger Tugai-Wälder am Unterlauf des Tarim. (Foto: M. Succow 2004)



Abb. 25 Als letzte Pflanze gedeiht oft noch *Tamarix* auf den sich herausmodellierenden „Holzbergen“ der einstigen Tugai-Wälder. (Foto: M. Succow 2004)



Abb. 26 Am Rande der Taklamakan trifft man immer wieder auf „Holzberge“ inmitten junger Salzwüsten – Überbleibsel einstiger Tugai-Wälder (Tarim-Mittellauf am Rande der neuen Fernstraße Korla – Kaschgar). (Foto: M. Succow 2000)

Neben den Ausblasungsflächen mit ihren herausmodellierten Holzbergen gibt es zum anderen auch Akkumulationsdünen unter *Tamarix*-Büschchen. In diesem Fall wird Flugsand akkumuliert, und der *Tamarix*-Busch wächst mit der Düne in die Höhe. Diese Dünen können ähnliche Ausmaße wie die fossilen Holzberge in den Ausblasungsfeldern ehemaliger Tugai-Vegetation erreichen. Innerhalb einer 30–40 cm mächtigen Schicht wird das abgestorbene Holz an der Oberfläche dieser Dünen akkumuliert. Einzelmessungen der Holzmasse ergaben Werte von 0,3–1,8 t Holz pro Düne. Gegenwärtig wird diese fossilisierte Holzmasse von der lokalen Bevölkerung zunehmend als leicht zu erlangendes Brennmaterial genutzt.

Die traditionellen Landnutzungen der Uiguren in den Tugai-Auenwäldern am Tarim sind Viehhaltung sowie kleinflächige Landwirtschaft, z. T. sogar in Form eines Wanderfeldbaus, angepasst an die natürlichen Flussverlagerungen. Die Viehhaltung basiert auf Transhumanz: Im Winter werden die Tiere im Stall beim festen Wohnsitz der Familien gehalten und mit Heu aus Schilf sowie Kameldorn (*Alhagi sparsifolia*) sowie *Glycyrrhiza inflata* gefüttert. Im Frühjahr zieht ein Teil der Familien mit den Herden auf Weidegründe dicht am Tarim, meist mit Schilfbeständen. Beim Einsetzen des Hochwassers ziehen sich die Familien mit ihren Herden zum Rand der Aue zurück und bleiben dort bis zum Herbst, bevor sie zur Stallhaltung zurückkehren. Diese Form der Viehhaltung wird heute noch praktiziert. Die Herden bestehen aus Schafen und Angora-Ziegen (Abb. 27).

Die Landwirtschaft beruht heute ausnahmslos auf Bewässerungsfeldbau ohne Wanderungen. Die uigurischen Bauern bewirtschaften in den Dörfern Flächen von 1,5 bis 6 ha. Außerhalb der Dörfer haben Investoren aus Zentralchina Flächen von jeweils 50–200 ha erschlossen und mit Baumwolle bestellt. Diese großen Flächen liegen zum Teil in der Kernzone des Schutzgebietes Tarim Huyanglin. Einige dieser Anbauflächen sind aufgrund von Wassermangel und Versalzung schon aufgegeben worden (Abb. 28).



Abb. 27 Traditionelle Weidewirtschaft der Uiguren in den Tugai-Wäldern am Mittellauf des Tarim (Foto: N. THEVS 2006)



Abb. 28 Großflächige Baumwollkultur im Naturschutzgebiet Huyanglin, z. T. schon versalzene Böden (Foto: N. THEVS 2006)

5. Schutz und nachhaltige Nutzung des Tugai-Ökosystems

Die weitestgehende Vernichtung der für die Wüsten- und Halbwüstengebiete Zentralasiens einst so charakteristischen Tugai-Vegetation und ihr Ersatz durch Bewässerungsfeldbau, insbesondere mit Baumwolle, zeitigen schwerwiegende Folgen für den Naturhaushalt dieser Räume. Das betrifft sowohl den Landschaftswasserhaushalt als auch die primär beachtliche CO₂-Senkenfunktion dieser Ökosysteme.

Der anthropogene Klimawandel und die damit verbundene forcierte Desertifizierung der Trockenräume zwingen, bei allen Formen einer Landschaftsnutzung dem Erhalt bzw. der Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit der Ökosysteme oberste Priorität einzuräumen. Das verlangt einerseits den unabdingbaren Erhalt aller vom Menschen noch nicht abgewandelten, d. h. noch naturnahen, funktionstüchtigen Ökosysteme. In unserem Fall bedeutet das den absoluten Schutz der letzten Reste dieser hoch spezialisierten an den Naturhaushalt winterkalter Wüsten- und Halbwüsten optimal angepassten Ökosysteme. Das Vermögen der Tugai-Vegetation, allein durch die Ausnutzung des Infiltrationswassers aus den Flusssystemen (Grundwasser) zu bestehen, bei gleichzeitig weitestgehendem Erhalt der unterirdisch gebildeten beachtlichen Biomasse, stellt eine herausragende ökologische Leistung dar, die von den bislang hier durch den Menschen angebaute landwirtschaftlichen Kulturen in keiner Weise erreicht wird.

Deshalb wird es zum zweiten unabdingbar, bei der für große Teile dieser Naturräume notwendigerweise zu erhaltenden Landnutzung Formen zu finden, die der Ökologie der naturnahen Vegetation weit mehr entsprechen. Damit wäre es möglich, der immensen Wasserverschwendung insbesondere durch den Baumwollanbau (und dem damit verbundenen

Versalzungspotenzial dieser Standorte) entgegenzuwirken. Das bedeutet, auf Landnutzungen zu orientieren, die auf natürliche Grundwassernutzung ausgerichtet sind. Das könnte z. B. durch den Anbau von Lopnoor-Hanf (*Apocynum venetum*) als Faserpflanze, der Leguminose Süßholz (*Glycyrrhiza inflatum*) und insbesondere durch das hier hoch produktive Schilf (*Phragmites australis*) als Futterpflanze sowie von Euphrat-Pappel als Brennmaterial und bedingt auch als Baumaterial geschehen.

Aspekte einer nachhaltigen Nutzung von Naturressourcen werden generell in derartigen Extremräumen immer bedeutsamer. Eine Inwertsetzung (Monetarisierung) ökologischer Leistungen böte dafür die Grundlage. Dabei müssen Fragen der Wasserproduktivität als Maß für die Leistung eines Ökosystems pro verbrauchter Wassermenge, aber auch das CO₂-Senkenpotenzial im Mittelpunkt stehen. Nachhaltige, z. T. auch völlig neuartige Formen der Landschaftsnutzung müssen hier gefunden werden.

Letztendlich steht allerdings die Frage, ob und in welchem Umfang diese Ökosysteme bei verringerten Abflüssen überhaupt noch erhalten werden können (Abb. 29)!

Bezüglich des Schutzes der Restbestände an Tugai-Vegetation ergibt sich gegenwärtig auf chinesischer Seite folgende Situation: Am Mittellauf des Tarim ist 1983 das Naturschutzgebiet Huyanglin mit einer Größe von 4000 km² zunächst als Provinzeinrichtung, seit 2008 auf nationaler Ebene geschaffen worden. Der Anteil wirklicher Tugai-Vegetation macht darin aber weniger als 25 % aus. Zudem wurden viele Tausend Hektar insbesondere in der Kernzone nach 1995 durch chinesische Investoren für den Baumwollanbau erschlossen. Uigurische Siedlungen mit ihrer weitestgehend traditionellen Weidewirtschaft wurden dagegen im Namen des Naturschutzes zwangsumgesiedelt. Des Weiteren ist als besonders schwerwiegender



Abb. 29 Eine sterbende Landschaft, der Nordrand der Taklamakan. In der Ferne die noch schneebedeckten Gipfel des Tienschan. Im Vordergrund eine lebensfeindliche junge Salzwüste, Ergebnis des versiegenden Grundwassers. (Foto: M. Succow 2000)

Eingriff 2004 die Eindeichung wesentlicher Teile des Mittellaufes des Tarim, insbesondere wiederum im Bereich des Schutzgebietes erfolgt, um die Infiltration des Flusswassers zu unterbinden. Flussverlagerungen und damit die generative Neuansiedlung von Pappeln werden damit unterbunden. In den ausgedeichten Flächen beginnen infolge absinkenden Grundwassers auch hier Pappelwälder Schaden zu nehmen. Zudem sind sehr wertvolle Teile kürzlich durch eine Kleinbahn für eine intensive touristische Erschließung geöffnet worden.

Ein zweites Schutzgebiet, Shangyour Xayar, wurde mit 2600 km² am Oberlauf des Tarim im Jahre 2006 ausgewiesen. Baumwollflächen liegen bislang außerhalb. Investoren drängen in das Schutzgebiet. In Teilen findet noch traditionelle Beweidung statt. Generell ist hier die generative Verjüngung der Euphrat-Pappel weit geringer als am Mittellauf.

Außerhalb Chinas gibt es nur noch zwei weitere Tugai-Schutzgebiete am Mittellauf des Amudarja im Grenzraum zwischen Turkmenistan und Usbekistan sowie am Delta des Amudarja (Usbekistan). Der Erhaltungszustand zumindest auf turkmenischer Seite ist relativ gut. Nutzungen finden in diesem Schutzgebiet nicht statt, es wurde 1978 begründet und ist 495 km² groß. Allerdings sind auch hier in sowjetischer Zeit Deichungen erfolgt, und das Gebiet leidet stark unter Wassermangel. Das Bady-Tugai-Reservat im usbekischen Amudarja-Delta wurde 1971 begründet und umfasst 65 km². Diese Schutzgebiete haben aber nur in Teilen wirkliche Tugai-Vegetation, auch ist sie wesentlich schwachwüchsiger.

Zusammenfassend muss eingeschätzt werden, dass die für den Naturraum winterkalter Wüsten und Halbwüsten Zentralasiens einst so charakteristische Tugai-Vegetation fast vollständig vernichtet wurde. Damit ging ihre den Naturhaushalt so außerordentlich stabilisierende Funktion verloren. Ihre letzten Reste zu erhalten, ist ein Gebot der Stunde. Eine Ausweisung als Weltnaturerbe der UNESCO wäre angebracht. Ebenso zwingend notwendig wird es, nachhaltige Formen der Landschaftsnutzung zu finden und umzusetzen.

Literatur

- BOLCH, T.: Rezentner Gletscherschwund und Klimawandel im nördlichen Tien Shan (Kasachstan/Kyrgyzstan). Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft 52, 157–174 (2005)
- CHEN, X., LUO, G. P., XIA, J., ZHOU, K. F., LUO, S. P., and YE, M. Q.: Ecological response to the climate change on the northern slope of the Tianshan mountains in Xinjiang. Science in China Series D-Earth Sciences 48/6, 765–777 (2005)
- GIESE, E., und MOSSIG, I.: Klimawandel in Zentralasien. Gießen: Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung (ZEU) und Justus-Liebig-Universität (2004)
- HEDIN, S. A.: Scientific results of a journey in Central Asia 1899–1902. Leipzig: Brockhaus 1905
- HESHENG, C.: The change of eco-environment and the rational utilization of water resources in the Keriya River Valley. In: Reports on the 1986 Sino-German Kunlun Shan Taklimakan-Expedition organized by The Institute of Desert Research, Academia Sinica (IDRAS), Lanzhou and the Institute of Physical Geography of the Free University of Berlin of Dieter JÄKEL and Zhu ZHENDA. Die Erde, Erg.-H. 6, 133–147 (1991a)
- HESHENG, C.: Impact of water on the eco-geographic environment along the Keriya River. In: Reports on the 1986 Sino-German Kunlun Shan Taklimakan-Expedition organized by The Institute of Desert Research, Academia Sinica (IDRAS), Lanzhou and the Institute of Physical Geography of the Free University of Berlin of Dieter JÄKEL and Zhu ZHENDA. Die Erde, Erg.-H. 6, 148–164 (1991b)
- HOFMANN, J.: Geoökologische Untersuchungen der Gewässer im Südosten der Badain Jaran Wüste (Aut. Region Innere Mongolei/VR China) – Status und spätquartäre Gewässerentwicklung). Berliner Geographische Abhandlungen 64, 1–247 (1999)
- JÄKEL, D.: Introduction, research objectives and results. In: Reports on the 1986 Sino-German Kunlun Shan Taklimakan-Expedition organized by The Institute of Desert Research, Academia Sinica (IDRAS), Lanzhou and the Institute of Physical Geography of the Free University of Berlin of Dieter JÄKEL and Zhu ZHENDA. Die Erde, Erg.-H. 6, 7–14 (1991a)

- JÄKEL, D.: Observations on ecological and geomorphological features along the routes from Lanzhou to Yutian and Yutian to Hotan. In: Reports on the 1986 Sino-German Kunlun Shan Taklimakan-Expedition organized by The Institute of Desert Research, Academia Sinica (IDRAS), Lanzhou and the Institute of Physical Geography of the Free University of Berlin of Dieter JÄKEL and Zhu ZHENDA. Die Erde, Erg.-H. 6, 21–34 (1991 b)
- JÄKEL, D.: Map of dune evolution in the Taklimakan 1 : 2 500 000. In: Reports on the 1986 Sino-German Kunlun Shan Taklimakan-Expedition organized by The Institute of Desert Research, Academia Sinica (IDRAS), Lanzhou and the Institute of Physical Geography of the Free University of Berlin of Dieter JÄKEL and Zhu ZHENDA. Die Erde, Erg.-H. 6, Appendix (1991c)
- LI, W. H., CHEN, Y. N., HAO, X. M., HUANG, X., and CHEN, Y. P.: Responses of streamflow to climate change in the northern slope of Tianshan Mountains in Xinjiang: A case study of the Toutun River Basin. Science in China Series D: Earth Sciences 50 (Suppl. 1), 42–48 (2007)
- LIU, P. J., ZHANG, L., et FAN, C. Q.: Talimu liang an de huayanglin ziyuan. (The Resources of *Populus euphratica* Forests along the Tarim River Banks). In: LIANG, K., et LIU, P. (Eds.): Talimu He liang An, Ziyuan yu Huanjing Yaogan Yanjiu (The Tarim River Banks, Research on Resource and Environment through Remote Sensing); pp. 170–178. Beijing: Kexue jishu wenxian chubanshe (Science, Techniques, and Documentation Press) (in Chinese) 1990
- REN, D. D., KAROLY, D. J., and LESLIE, L. M.: Temperate mountain glacier-melting rates for the period 2001–2030: Estimates from three coupled GCM simulations for the greater Himalayas. Journal of Applied Meteorology and Climatology 46, 890–899 (2007)
- THEVS, N.: Tugai vegetation in the middle reaches of the Tarim River – Vegetation types and their ecology. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforschung 44/1, 63–84 (2005)
- THEVS, N.: Ecology, Spatial Distribution, and Utilization of the Tugai Vegetation at the Middle Reaches of the Tarim River, Xinjiang, China. Dissertation Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald (2006)
- THEVS, N., ZERBE, S., GAHLERT, F., MIJIT, M., and SUCCOW, M.: Productivity of reed (*Phragmites australis* Trin. Ex Steud.) in continental-arid NW China in relation to soil, groundwater, and land-use. J. Appl. Bot. Food Qual. 81, 62–68 (2007)
- THEVS, N., ZERBE, S., SCHNITTLER, M., ABDUSALIH, N., and SUCCOW, M.: Structure, reproduction and flood-induced dynamics of riparian Tugai forests at the Tarim River in Xinjiang, NW China. Forestry 81/1, 45–57 (2008)
- WANG, S. J., CHEN, B. H., and LI, H. Q.: Euphrates Poplar Forest. China Environmental Science Press (Zhongguo Huanjing Kexue Chubanshe). Beijing (in English) (1996)
- XIA, D. K.: Changing and water resource of the Tarim River in Xinjiang. Journal of Arid Land Resources and Environment (Ganhan Qu Ziyuan yu Huanjing 12, 7–14 (in Chinese) (1998)
- YUQUAN, L.: Climatic characteristics and their changing tendency in the Taklimakan Desert. In: Reports on the 1986 Sino-German Kunlun Shan Taklimakan-Expedition organized by The Institute of Desert Research, Academia Sinica (IDRAS), Lanzhou and the Institute of Physical Geography of the Free University of Berlin of Dieter JÄKEL and Zhu ZHENDA. Die Erde, Erg.-H. 6, 122–132 (1991)
- YUZHAO, T.: Tokai on the delta at the lower reach of the Keriya River – a natural vegetation complex reflecting ecological degradation. In: Reports on the 1986 Sino-German Kunlun Shan Taklimakan-Expedition organized by The Institute of Desert Research, Academia Sinica (IDRAS), Lanzhou and the Institute of Physical Geography of the Free University of Berlin of Dieter JÄKEL and Zhu ZHENDA. Die Erde, Erg.-H. 6, 99–112 (1991)
- ZHENDA, Z., and JINGHUA, L.: A Study on the formation and development of aeolian landforms and the trend of environmental changes in the lower reaches of the Keriya River, Central Taklimakan Desert. In: Reports on the 1986 Sino-German Kunlun Shan Taklimakan-Expedition organized by The Institute of Desert Research, Academia Sinica (IDRAS), Lanzhou and the Institute of Physical Geography of the Free University of Berlin of Dieter JÄKEL and Zhu ZHENDA. Die Erde, Erg.-H. 6, 89–98 (1991)

Prof. em. Dr. Michael SUCCOW
 Dr. Niels THEVS
 Institut für Botanik und Landschaftsökologie
 der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
 Grimmer Straße 88
 17487 Greifswald
 Bundesrepublik Deutschland
 Tel.: +49 3834 864108
 +49 3834 864131
 Fax: +49 3834 864114
 E-Mail: michael.succow@t-online.de niels.thevs@uni-greifswald.de

Natur und Migration

Vorträge anlässlich der Jahresversammlung vom 5. bis 7. Oktober 2007
zu Halle (Saale)

Nova Acta Leopoldina N. F., Bd. 97, Nr. 358
Herausgegeben von Harald ZUR HAUSEN (Heidelberg)
(2008, 225 Seiten, 81 Abbildungen, 2 Tabellen, 29,95 Euro,
ISBN: 978-3-8047-2500-3)

„Natur und Migration“ – assoziiert sehr verschiedenartige Phänomene, die sich durch Wanderungsprozesse auszeichnen. In diesem Band wurden besonders interessante Gebiete ausgewählt, u. a. Migration und Seuchen, Reisen und Epidemien in einer globalisierten Welt, der Vogelzug, aber auch die Migration geologischer Fluide, die Elektronenmigration in Halbleitern, die Migration als treibende Kraft in der Organogenese, die Biophysik der Zellbewegungen, die Migration von Tumorzellen, Migration als Phänomen in der Neurobiologie oder die Migration wissenschaftlicher Ideen. Besondere Akzente setzen die Themen „Diversität als neues Paradigma für Integration?“ und „Vorspiel der Globalisierung. Die Emigration deutscher Wissenschaftler 1933 bis 1945“.

Die Beiträge sind von herausragenden Experten der jeweiligen Gebiete, u. a. durch die Leopoldina-Mitglieder Markus AFFOLTER, Lorraine DASTON, Wolfgang FRÜHWALD, Michael FROTSCHER, Jörg HACKER, Hans KEPPLER und Otmar WIESTLER, in anspruchsvoller, aber durchaus gut verständlicher Form verfasst.

Weidewirtschaftliche Transformationen in zentralasiatischen Hochgebirgswüsten

Hermann KREUTZMANN (Berlin)

Mit 15 Abbildungen

Zusammenfassung

Die Positionierung der zentralasiatischen Wüsten zwischen den Bevölkerungsballungszentren Asiens und Europas hat für die ökonomischen Austauschbeziehungen, territorialen Machtinteressen und die kommunikative Neugier auf dünn besiedelte und extensiv genutzte Regionen nachhaltige Wirkungen gezeigt. Die Symbiose von intensiv genutzten, punktuell vorhandenen, aber über weite Distanzen gestreuten Oasen mit weiträumigen nur extensiv-weidewirtschaftlich in Wert zu setzenden Wüsten- und Steppenregionen wird hier durch die dritte Dimension der Vertikalität zentralasiatischer Hochgebirge modifiziert. Über lange Zeiträume geriet Zentralasien in das Visier von Entdeckungsreisenden, Expeditionen und Expansionsbestrebungen. Die territoriale Aufteilung der zentralasiatischen Welt im „Großen Spiel“ zog Grenzziehungen nach sich, die Lebensbedingungen dort nachhaltig veränderten. Am Beispiel von Gemeinschaften, die Viehzucht am Rande der Ökumene betreiben, werden in einem ähnlich ausgestatteten ökologischen Milieu von wüstenhaften Bedingungen sozio-ökonomische und politisch-historische Unterschiede herausgearbeitet, die in der zentralasiatischen Hochgebirgswelt Ergebnis interner Umbrüche und externer Interventionen sind. In vier Fallstudien aus Afghanistan, Tadschikistan, Pakistan und der VR China werden die Einschnitte in die Lebenswelten pamirischer Bergbauern und kirgisischer Nomaden problematisiert und vor dem Hintergrund jüngerer Umbrüche beleuchtet. Die gesellschaftlichen und politischen Transformationen des 20. Jahrhunderts haben die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, Möglichkeiten gesellschaftlicher Teilhabe und grenzüberschreitende Austauschbeziehungen signifikant modifiziert. Die ehemals bestehenden Gemeinsamkeiten innerhalb der betrachteten Gemeinschaften sind sowohl durch innergesellschaftliche Prozesse als auch durch externe Verflechtung unter gewandelten und zumindest partiell entkoppelten Austauschbeziehungen weitgehend aufgehoben worden.

Abstract

The positioning of Central Asian deserts between the densely populated Asian and European centers of gravity strongly influenced economic exchange, territorial power games and communicative inquisitiveness directed towards sparsely inhabited and marginally utilized regions. The symbiosis of highly productive and spatially concentrated oases in a wide-ranging environment with extensively utilized rangelands in deserts and steppe regions is modified by the third dimension represented in the verticality of Central Asian high mountains. Throughout long-lasting historical periods Central Asia became the focus of explorers, expeditions and expansionist conquests. The territorial division of Central Asia during the “Great Game” and afterwards, resulted in effective boundary-making which significantly affected local livelihoods. In a similar ecological environment of desert-steppe conditions the examples of communities are presented in order to illustrate differing paths of socio-economic and politico-historical developments which are the result of inner-communal dynamics and external interventions. Four case studies are presented from Afghanistan, Tajikistan, Pakistan and PR of China highlighting the external interference in regions dominated by Pamirian mountain farmers and Kirghiz nomads. The societal and political transformations during the 20th century significantly modified the economic frame conditions, possibilities of political participation in decision-making processes and cross-border exchange relations. Former commonalities among the studied communities have been transformed by inner-societal processes and by external linkages in response to decoupled exchange options.

Die Verflechtung von Hochgebirgen und Wüsten, wie sie in Zentralasien für weite, vom monsunalen Regime abgeschottete Gebiete konstituierend ist, stempelt ausgedehnte Territorien als marginal und peripher ab. Die ökonomische Bedeutung war über Jahrhunderte aus der Perspektive der fruchtbaren Bewässerungsoasen im Tiefland zu vernachlässigen, obwohl sich in den Hochgebirgsregionen ausgedehnte Weidegebiete fanden. Der Gegensatz zwischen punktuell und räumlich konzentrierten intensiven Nutzungsformen – Oasen im Verlauf der Seidenstraßen – und weit gespannten extensiv, hauptsächlich von Viehzüchtern bewirtschafteten Regionen im Übergangsraum von Wüste zur Steppe charakterisiert nicht nur die ökologischen Rahmenbedingungen Zentralasiens, sondern das Beziehungsnetz zwischen dauerhaft besiedelten ländlichen und städtischen Oasengebieten und saisonal wandernden mobilen Gruppen stellt eine wichtige Komplementarität in den gesellschaftlichen und räumlichen Verflechtungen dar.¹ Die Ergänzung verlief nicht immer spannungsfrei, obwohl der Austausch ein zentrales Element der Überlebensbedingungen in diesem ariden Raum darstellt. Prosperierende Oasenstädte sind über weite Zeitspannen nicht vorstellbar ohne Handelskarawanen einer Vielzahl von Händlern und ohne nomadische Transport- und Sicherheitsangebote. Das Überleben mobiler Gruppen basierte auf dem Austausch viehwirtschaftlicher Güter für dringend benötigte Zerealien aus der ackerbaulichen Produktion sowie auf Einkommen aus Dienstleistungen.

Für ein Verständnis der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Transformationen, die in zentralasiatischen Gemeinwesen der Wüsten und Steppen in der jüngeren Vergangenheit stattgefunden haben, ist es hilfreich neben den innerasiatischen Austauschbeziehungen einen Blick auf die Genese der überregionalen Handels- und Kommunikationsverbindungen in historischer Tiefe zu lenken. Die Rückschau ermöglicht sowohl eine Einordnung der Austauschkorridore als auch der gegenseitigen Wahrnehmungen und Wissensgenerierung. Das Bild Zentralasiens wurde durch eine Vielzahl von „Entdeckungsreisenden“ geprägt (HEWITT 2008, KREUTZMANN 2007a), die auch heute noch bemüht werden, wenn die Vermittlung zwischen den Bevölkerungszentren in Europa und China durch das unwegsame, wüstenhafte Zentralasien mit all seinen Herausforderungen und Bedrohungen beschrieben werden soll. Einerseits stellt es ein Banngebiet kontinentaler Ausdehnung dar, andererseits ist dieses Gebiet in sich selbst ein Kosmos, der ganz wesentlich durch territoriale Behauptung und Interessengegensätze sowie durch Austausch und Durchdringung gekennzeichnet ist.

1. Wurzeln der Neugier und Zentralasiens Stellung in den eurasiatischen Beziehungen

Europas Interesse an Asien besitzt tiefgreifende Wurzeln. In gleichem Maße wurden von China aus Anstrengungen unternommen, die westliche Peripherie des „Reiches der Mitte“ näher zu erkunden. Zentralasien nimmt dabei eine räumlich-vermittelnde Stellung ein. Aus chinesischer Perspektive reicht der Wissensdurst weit über das „goldene Zeitalter“ der Tang-Dynastie (618–906) zurück. Der „große Reisende“ – wie ZHANG QIAN genannt wurde – hatte sich im Jahre 126 vor der Zeitenwende bereits auf den „Weg nach Westen“ gemacht, um die Wege ins Tarim-Becken und durch die Taklamakan bis hin zu den Pamir-Pässen zu erkunden. Die „Völker des Westens“ waren im 2. Jahrhundert vor unserer Zeit in China genau so geheimnisvoll und unbekannt wie die fernen östlichen asiatischen Lande entlang der „Sei-

¹ Vgl. CHRISTIAN 2000, FRANK 1992, GILLS and FRANK 1991.

denstraße“ für MARINUS VON TYRUS, dessen Kartenwerk von CLAUDIUS PTOLEMÄUS drei Jahrhunderte später als „Berichtigung der geographischen Tafel“ veröffentlicht wurde. Das eurasiatische Spannungsverhältnis erlebte immer wieder Höhepunkte des Austausches von Waren und Wissen, gefolgt von Perioden der Abschottung und Ausgrenzung. Die Suche nach religiöser Erkenntnis trieb pilgernde Mönche wie FAXIAN (399–414), SONGYUN (518–521) und XUANZANG (629–645) über die Himalayapässe in den indischen Subkontinent. Gerade dem letzteren Sucher nach buddhistischer Erkenntnis, der unter dem Schutz des in der Tang-Periode ausgeweiteten chinesischen Herrschaftsbereiches reisen konnte, verdanken wir ausführliche Beschreibungen über die Wegeverhältnisse (Abb. 1) sowie die wirtschaftlichen, religiösen und linguistischen Gegebenheiten im Inneren Asiens. XUANZANGS Berichte dienten WU CH'ENG-ÊN 1570 als Vorlage für den chinesischen Roman *Die Reise nach dem Westen* (*Xiyouji*), der bis heute in den bildenden und darstellenden Künsten oder als Comic-Vorlage populär geblieben ist.² Noch im 19. Jahrhundert dienten die Erlebnisse und Beschreibungen des „Marco Polo des Ostens“ – wie XUANZANG auch genannt wurde – als wichtige Textvorlage für die Erkundungen Marc Aurel STEINS und anderer, die auf seinen Spuren wandelten.³



Abb. 1 Irshad-Uwin-Pass (4930 m) im afghanisch-pakistanischen Grenzgebiet. Bereits von XUANZANG im 7. Jahrhundert beschrieben, zeigt das Bild die erste bislang bekannte Aufnahme vom Irshad-Uwin-Pass, der den Pamir-e Khurd (Kleiner Pamir, Afghanistan) mit dem Chupursan-Tal (Hunza, Pakistan) verbindet.

2 *Die Pilgerfahrt nach dem Westen* wurde von Johanna HERZFELDT ins Deutsche übertragen (WU 1962). In englischer Übersetzung von W. J. F. JENNER liegt der Roman als *Journey to the West* vor (WU 1982).

3 Vgl. GERNET 1979, S. 379, GROUSSET 1986, KLIMKEIT 1988.

2. Zentralasien als Kerngebiet eines eurasiatischen Austauschsystems

Die Wüsten und Steppen des altweltlichen Trockengürtels stellten Bann und Bindeglied gleichzeitig dar. Die Abschottungsfunktion wird häufig allein auf die ökologische Diversität der zu durchquerenden Regionen zurückgeführt. Die Hochebenen des Tarim-Beckens (Tarim Pendi, Taklimakan Shamo) und des Dsungarischen Beckens (Junggar Pendi) sind durch das Tienschan-Gebirge voneinander getrennt, gleichfalls ist das Tarim-Becken vom Tibetischen Hochland (Changtang) durch den Gebirgsriegel des Kun Lun Shan klar unterscheidbar. Gebirge, Wüsten und Steppen, die durch ein Band von Oasen und Stützpunkten miteinander verknüpft waren, bilden das Spektrum der Diversität und unterscheidbare Elemente der innerasiatischen Umwelt ab. Charakteristisch war jedoch gleichfalls die politische Verflechtung zwischen Nomaden und Sesshaften, das ökonomische Scharnier zwischen Pastoralisten, Oasenbauern und städtischen Händlern, deren Herrschaftsterritorien die Kleinteiligkeit bedeutender Abschnitte dieses auf Austausch basierenden Netzwerks andeuten.

Andre Gunder FRANK und Barry GILLS sehen in dieser eurasiatischen Verflechtung ein 5000 Jahre altes Beziehungsgefüge, das sowohl für europäische als auch für asiatische und vornehmlich chinesische Entwicklungsprozesse eine nachhaltig wirksame Rolle gespielt hat (GILLS und FRANK 1991, FRANK 1992). Der durch Austausch von Kommoditäten und Ideen hergestellte Zusammenhang war entscheidender, als es trennende Elemente und auszugrenzende Strukturen nahezulegen vermochten. Lange bevor von einem „Weltsystem“ im Sinne Immanuel WALLERSTEINS (1986) gesprochen werden kann, hat Zentralasien zu Lande ein weit verzweigtes und miteinander verflochtenes Kommunikationsnetzwerk aufgewiesen. Die Reise Marco POLOS im 13. Jahrhundert war durch besondere weltpolitische Konstellationen – vor allem in Zentralasien – ermöglicht worden. Nachdem DSCHINGIS KHAN im Jahre 1206 auf einer Versammlung (*quriltay*) der herrschenden Gruppenrepräsentanten den Alleinvertretungsanspruch für alle Mongolen auf sich vereinigen konnte, setzte ein beispielloser Eroberungszug ein. Beijing wurde im Jahre 1215 eingenommen. Es folgte die mongolische Kontrolle über Nordchina. Zur selben Zeit bahnte sich – weit entfernt im Westen, jenseits der „Großen Mauer“ – ein erstes Aufeinandertreffen der Mongolen mit den mächtigen Truppen des Herrschers von Choresmien (im heutigen Usbekistan und Turkmenistan gelegen) an. Die Geschehnisse der Region sollten sich schlagartig ändern, als 450 muslimische Händler, aus der Mongolei kommend, in Otrar, am Syrdarja östlich des Aralsees gelegen, vom dortigen Gouverneur INALCHIK der Spionage bezichtigt, ausgeraubt und abgeschlachtet wurden.⁴ Dieses Ereignis löste kriegerische Auseinandersetzungen aus, die in der Folge unter DSCHINGIS KHAN zu Eroberungen und Zerstörungen ungeahnten Ausmaßes führten: Otrar, Buchara und Samarkand wurden geschleift, die Bewohner getötet oder versklavt. Ein ähnliches Schicksal ereilte die Städte und Bewohner von Balkh, Bamyán, Ghazni und Herat (alle im heutigen Afghanistan gelegen) sowie Nishapur und Merv (das heutige Mary in Turkmenistan). In sieben Jahren hatten die nomadischen Mongolen die reichen zentralasiatischen Oasenstädte erobert und geschleift. Im Zuge dieses Vergeltungsfeldzugs hatte das Mongolenreich eine Ausdehnung so weit nach Westen erfahren, dass allein die Rückreise DSCHINGIS KHANS von der westlichen Grenze in die Mongolei mehr als zwei Jahre in Anspruch nahm. Dadurch war an der Peripherie Chinas ein mongolisch kontrollierter Bereich entstanden, der unter diesem Schutz in der Folgezeit den Handel und Austausch erneut aufblühen ließ. Die Reisen von

4 Vgl. BREGEL 2003, S. 36.

Johannes VON PLANO CARPINI 1246, Johannes VON RUBRUCK 1253, Nicolo und Matteo POLO (1260–1263) und Marco POLO (1271–1291) sowie Johannes VON MONTECERVINO 1290 sind nur unter den von den Mongolen geschaffenen Rahmenbedingungen (*Pax Mongolica*) und ihrer Protektion für die willkommen geheißenen Händler und Botschafter möglich gewesen (Abb. 2). Ihre zeitgenössischen Berichte weisen schon auf den Gegensatz zwischen Wüste, Steppe und Hochgebirge hin und deuten an, dass die Austauschkorridore begrenzt sind und in ihnen Nomaden und Bergbauern die ökologischen Nischen besetzen und Transportwege kontrollieren. Aus der Überlieferung des Marco POLO stammen die Hinweise, dass es in den innerasiatischen Hochgebirgen wertvolle Weidegründe gäbe, die Futter und Fleisch hoher Qualität produzierten.

Für Kaufleute, Entdecker und Forschungsreisende⁵ herrschte trotz wechselhafter Verhältnisse solch eine günstige Konstellation nicht wieder bis in die Zeit der Qing- (Manchu-) Dyna-

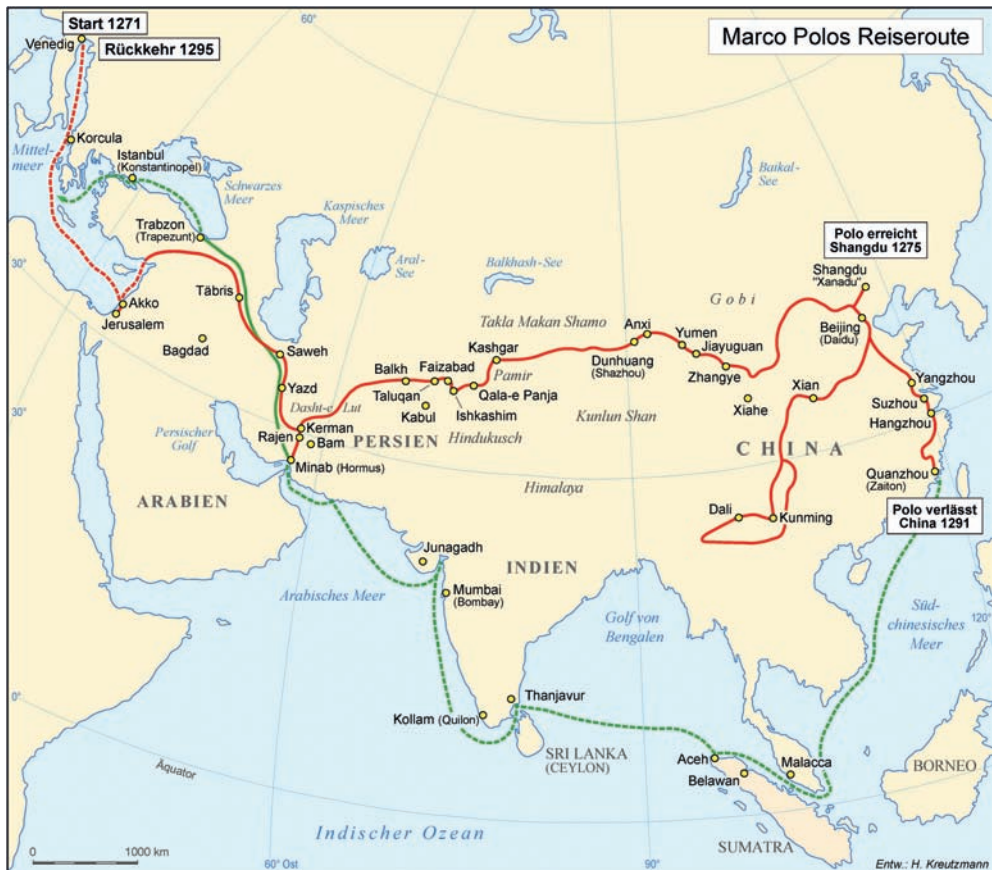


Abb. 2 Marco POLOS Reiseroute

5 Abgesehen von der Reise des portugiesischen Jesuitenmönchs Bento Góis (Benedict GOES, 1602–1605), der das China der Ming-Dynastie erlebte und in Suzhou verstarb (vgl. OSTERHAMMEL 1998, S. 96).

stie (1644–1912), als China im 19. Jahrhundert an seiner westlichen Peripherie in das *Great Game* der damaligen Großmächte – Großbritannien und Russland – hineingezogen wurde. Blüte und Niedergang nomadischer Herrschaft in wüstenhafter innerasiatischer Umwelt wurden in den Zeitläufen immer wiederkehrend von weltpolitischen Konstellationen bestimmt, die außerhalb der engeren zentralasiatischen Regionen gestaltet wurden. Von ihnen hing die Möglichkeit des Austausches von Waren, Informationen und Wohlstand ganz entscheidend ab, ebenso veränderten sich die Überlebensbedingungen der Pastoralisten, die neben der Viehzucht auf zusätzliche Einkommensquellen angewiesen waren.

Von instrumenteller Wichtigkeit waren in diesem Zusammenhang einerseits die Oasenstädte als kommerzielle Zentren des Warenumschlages und die dazwischen liegenden Steppenzonen mit den entsprechend ausgestatteten Handelskorridoren. Der an der Wende zum 20. Jahrhundert in Indien als Vizekönig agierende Lord CURZON hatte die Strategie im Umgang mit den zentralasiatischen Völkern festgelegt: „Turkistan, Afghanistan, Transcaspia, Persia. To many these words breathe only a sense of utter remoteness or a memory of strange vicissitudes and moribund romance. To me, I confess, they are the pieces on a chessboard upon which is being played out a game for the dominance of the World.“⁶

Die Hochphase des so verstandenen „Great Game“ beginnt demnach russischerseits mit dem zweiten Gorchakov-Memorandum von 1865, gefolgt von der sogenannten Kristallpalastrede (1872) des britischen Premiers DISRAELI.⁷ Nach übereinstimmender Auffassung mehrerer Autoren endete die Kernphase des *Great Game* mit dem anglo-russischen Übereinkommen von 1907.⁸ Diese sogenannte Asien-Konvention festigte die britische Bevormundung Afghanistans und garantierte die russische Nichteinmischung in inner-afghanische Angelegenheiten. Umgekehrt garantierte Großbritannien die russische Dominanz in Mittelasien (*Srednija Azija*): Das Zweistromland (Mawaranahr) zwischen Amudarja (Oxus) und Syrdarja (Jaxartes) sowie die Khanate von Khokand, Chiwa und Merw waren nachhaltig davon betroffen. Persien wurde in eine nördliche russische und südliche britische Einflusszone aufgeteilt; beide waren kurzzeitig durch einen neutralen Korridor getrennt. Bezüglich Tibet einigte man sich auf die chinesische Vorherrschaft (*suzerainty*) und beschloss, in allen Tibet betreffenden Angelegenheiten zunächst den Kaiserhof zu konsultieren.⁹ Damit waren die wesentlichen Konfliktpunkte geschlichtet. Ungelöst blieben die ost-turkestanischen Fragen, zunächst akzeptierte man auch dort die chinesische Autorität, die dieses Territorium als „Xinjiang“ (neue Grenze) wiederentdeckt hatte. Die anglo-russische Konvention steht am Ende einer 35-jährigen Periode, in der die bis heute bestehenden zentralasiatischen Grenzen in Abkommen festgelegt und anschließend demarkiert wurden. Über die imperiale Orientierung der Austauschbeziehungen erfolgte eine eindeutige Zuordnung der betroffenen Regionen zu Machtblöcken und Wirtschaftsräumen, die im Laufe der Zeit eine Verfestigung der Interessengegensätze in Zentralasien förderte. Nicht allein die Formalisierung der Zolleintreibung beim Überschreiten neuer Grenzen, sondern auch das Vordringen staatlicher Kontrollorgane verschärften diese Entwicklungen. Die Präsenz auswärtiger Amtsträger in peripheren Gebieten veränderte die Formen von Abgaben- und Steuerhebung sowie die bürokratische Durchdringung des Alltags und den Ausbau von Verkehrsinfrastruktur. Für die mobilen Viehzüchter

6 CURZON 1892, S. 3.

7 MOMMSEN 1981, S. 317.

8 Vgl. JAECKEL 1968.

9 Der Text der *Anglo-Russian Convention of 1907* ist abgedruckt bei GOLDSTEIN (1989, S. 829–831).

veränderte sich der eigene Gestaltungsspielraum in einem Maße, dass grenzüberschreitende Migrationen einerseits problematischer wurden, andererseits eröffneten sich neue Möglichkeiten der Aktionsraumverlagerungen, wenn politische Entwicklungen jenseits der Grenze vorteilhafte Wirtschaftsbedingungen versprachen. Im innerasiatischen extensiv genutzten Weideraum hatten politische Entwicklungen zu einer Standortdifferenzierung beigetragen, die vollkommen losgelöst von ökologischen Rahmenbedingungen und unabhängig von viehzüchterischen Erwägungen zu gesellschaftlichen Anpassungsmaßnahmen herausforderte.

3. Überleben im ariden Zentralasien unter Nutzung der Nischen an der Höhengrenze der Ökumene

Die Aufteilung der Landoberfläche der Erde in Zonen dauerhafter Besiedlung und saisonaler Nutzung sowie eine Restmenge unerschlossener Gebiete hat zur Einführung des bipolaren Begriffspaares der Ökumene bzw. Anökumene in der Geographie geführt.¹⁰ Über lange Zeiträume stellten die Randbereiche der Ökumene die wichtigsten Pionierfronten für die Erschließung bis dato ungenutzter Naturressourcen dar. In Zentralasien treten unterschiedliche Grenzerfahrungen in Kombination auf. Trocken- und Kältengrenzen werden durch die Orographie der ausgedehnten und mächtigen Gebirge signifikant modifiziert (Abb. 3).

In der Hochgebirgsforschung hat die Bestimmung von Stufen unterschiedlicher natürlicher Ausstattung und wirtschaftsräumlicher Nutzung eine wichtige Rolle in der Entwicklung von Modellen und Typisierungsversuchen gespielt.¹¹ Untersuchungen zu Schnee- und Waldgrenzen, die Alexander von Humboldt durch seine vergleichenden Stufendarstellungen anregte, führten zu weiteren Differenzierungen unter ökologischen Fragestellungen. Erklärungsansätze stellten das Zusammenwirken verschiedener Geofaktoren heraus, die ihren hypsometrisch abgestuften Ausdruck in der natürlichen Vegetationsbedeckung fanden. Menschliche Inwertsetzungsstrategien beziehen sich in erster Linie auf die Bereiche in Hochgebirgen, die einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden können. Den oberen Grenzsaum menschlicher Aktivitäten hat Grötzbach (1980) in einem kulturgeographischen Typisierungsversuch als entscheidendes Klassifikationsmerkmal herangezogen und weist der „Hochweidestufe den Charakter eines ergänzenden Nutzungsstockwerkes“¹² zu. Die Betonung des funktionalen Aspekts, mit dem eine indikatorische Rolle als Reflex gesellschaftlicher Verhältnisse im Gebirgsraum verknüpft wird, trägt in erster Linie der bergbäuerlichen Staffelwirtschaft Rechnung.

Im Allgemeinen zeichnen sich die an der Höhengrenze der Ökumene gelegenen Regionen durch vergleichsweise geringe Besiedlung aus. Ihre periphere Lage abseits wirtschaftlicher Ballungszentren, Probleme der flächendeckenden Verkehrserschließung, aber auch Ertrag mindernde und unsichere landwirtschaftliche Anbaubedingungen bei hohem Arbeitseinsatz werden hierfür verantwortlich gemacht. Andererseits eröffnen die offensichtlichen Ungünstfaktoren gleichzeitig Chancen für Nischenproduktion und Neulanderschließung bei vergleichsweise geringer staatlicher Reglementierung. Folglich erhebt sich die Frage, wie das Ressour-

¹⁰ Vgl. RATZEL 1888. Eine ausführliche Darstellung der geographischen Ökumene-Diskussion findet sich bei HAMBLOCH 1966.

¹¹ Vgl. FUNNEL and PARISH 2001, HÖLLERMANN 1976, SCHWEIZER 1984, TROLL 1941, 1959, 1962, 1975, UHLIG 1980.

¹² GRÖTZBACH 1980, S. 267.

cenpotential in den agrarisch und weidewirtschaftlich nutzbaren Stufen an der Obergrenze der Ökumene hinsichtlich der Inwertsetzungsstrategien in Innerasien einzuschätzen ist.

Auf qualitativer Ebene lassen sich prinzipiell zwei Herangehensweisen, die jeweils die Analyse der bestehenden Strukturen mit einer davon abgeleiteten Entwicklungsstrategie kombinieren, unterscheiden: Erstens bieten sich Erklärungsmöglichkeiten an, die den isolierten Charakter marginaler Regionen hervorheben. Aus den damit verknüpften Bedingungen der Wirtschaftsorganisation ergeben sich normative Einschätzungen über den Entwicklungsstand peripherer Gesellschaften, ihrer Wirtschaftspraktiken und den Grad der Traditionalität. Zur Überwindung der offensichtlichen Rückständigkeit werden Modernisierungsprogramme zur Verbesserung der Produktivität, Ressourcennutzung und Integration in übergeordnete Wirtschaftskreisläufe sowie die Ausweitung sozio-ökonomischer Austauschrelationen zur Überwindung regionaler Disparitäten vorgeschlagen.

Eine zweite Gruppe betont den hohen traditionellen Adaptionegrad bergbäuerlicher und bergnomadischer Nutzung (Abb. 4). Ihre optimale Anpassung an die jeweils gegebenen ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen wird in Beziehung gesetzt zu kleinräumigen Wirtschaftskreisläufen und Austauschbeziehungen, die einschneidenden Transformationen unterliegen und das Überlebensrisiko am Rande der Ökumene vergrößern. In das Konzept zur nachhaltigen Entwicklung sind sowohl in peripheren Regionen praktizierte Nischenproduktion als auch Ressourcenschonung und -erhaltung bei Ausschöpfung des vorhandenen und limitierten Naturpotentials (PEARCE 1988) eingegangen. Weiterhin werden in jüngerer Zeit Mobilitätsräume unter Aspekten der Sicherheit und der Transformation konzeptualisiert.¹³ Damit werden Anpassungsstrategien als Ergebnis einer mehrdimensionalen Verflechtung aus ökologischen, ökonomischen und gesellschaftspolitischen Freiheitsgraden problematisiert.

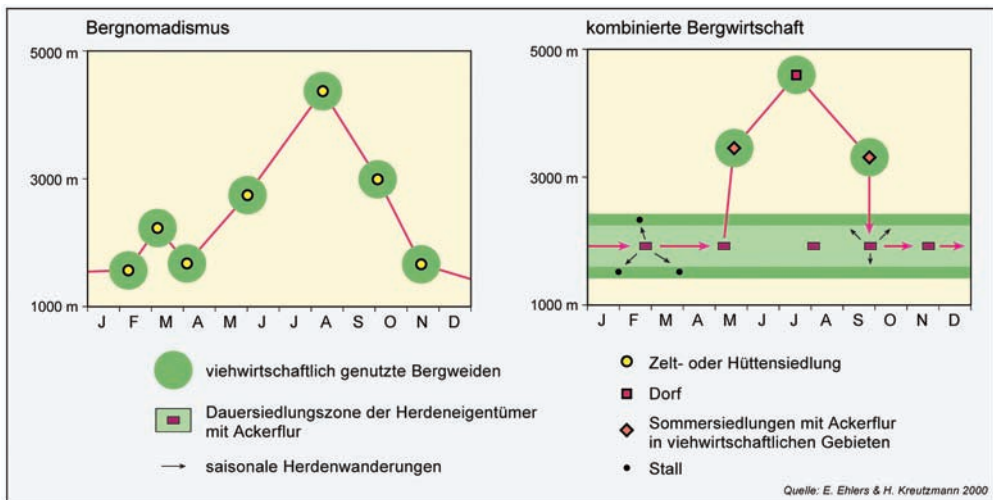


Abb. 4 Bergnomadismus und kombinierte Hochgebirgsländwirtschaft

13 Vgl. GERTEL 2007, HUMPHREY und SNEATH 1999, LEDER und STRECK 2005.

Beide Sichtweisen repräsentieren gleichzeitig typische Entwicklungsmodelle, deren strategische Anwendung auch in Innerasien bestrebt ist, verschiedenartige Ansatzpunkte zum Tragen zu bringen und tiefgreifende Wirkungen in der lokalen Produktion zu erzielen. Das Spannungsfeld einsatzfähiger Inwertsetzungsstrategien an der Höhengrenze der Ökumene bzw. in peripheren Regionen Innerasiens beinhaltet bei Nutzung vorhandener natürlicher Ressourcen vordringlich die Hochgebirgsweidewirtschaft in ihrer bergbäuerlichen und bergnomadischen Ausprägung.

Durch die Einbeziehung des Nomadismus in Entwicklungsstufentheorien ist ihm immer wieder ein besonderer Stellenwert als Übergangsstadium von einer traditionellen zur modernen (und vielleicht auch postmodernen?) Gesellschaft beigemessen worden. Sein Erscheinungsbild fungierte in modernisierungstheoretischer Einschätzung als Prototyp von Rückständigkeit. Zahlreiche Programme der frühen Entwicklungsdekaden zielten folglich auf eine Überwindung dieser Wirtschafts- und Lebensform durch Sedentarisierung und den Übergang zum Ackerbau ab. Innerasien ist ein ausgedehntes Experimentierfeld für Sesshaftmachungsprogramme ganz unterschiedlicher ideologischer Ausrichtung gewesen. Auf der anderen Seite wurde erst relativ spät der technisch und organisatorisch komplexe und ökologisch angepasste Funktionsmechanismus des Nomadismus wahrgenommen, der aufgrund seiner hohen Mobilität gerade die Nutzung marginaler Ressourcen an den Trocken- und Höhengrenzen der Ökumene erlaubt.¹⁴ Mobilität als Voraussetzung viehzüchterischer Aktivitäten und die raumzeitlich variierende Nutzung marginaler Naturweiden deuten schon auf die Labilität und Verletzbarkeit dieser Inwertsetzungsstrategie hin, die gleichzeitig den permanent bestehenden Zwang zur dynamischen Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen einschließt.

Zur Beantwortung der Frage nach dem Ressourcenpotential und den Entwicklungschancen an der Höhengrenze der Ökumene erscheint es nach den obigen Ausführungen sinnvoll, in Hochgebirgsregionen mit potentiell möglicher weidewirtschaftlicher Nutzung den Transformationsprozessen in bergnomadischen Produktionssystemen nachzugehen. Die Einschränkung der raumzeitlichen Mobilität wird im Wesentlichen gesteuert durch die Ausweitung der Ackerbauzonen in vormalige Naturweidegebiete, die Konkurrenz mit anderen Gruppen sowie die Durchsetzung von Abgaben erhebender Administration und restriktiven Grenzen. Diesen indirekten Maßnahmen stehen direkte gegenüber, die auf eine Unterbindung nomadischer Mobilität abzielen. Dazu zählen staatliche Sedentarisierungsprogramme im Zuge von regionalplanerischen Entwicklungsmaßnahmen und machtvoll durchgesetzter Kollektivierung, aber auch im Zuge der Verkehrserschließung der Verlust des Transportmonopols. Als Folge dieser administrativ-ökonomischen Eingriffe wird von der Auflösung bzw. Ablösung bestehender Sozialstrukturen berichtet. Traditionelle Kooperationsgemeinschaften werden folglich ihrer Funktion als Garant und Organisationseinheit für Überlebenssicherung entledigt.¹⁵

Die jeweils herrschenden Rahmenbedingungen, historische Abläufe und Formationen konkurrierender Gruppen bestimmen den Einzelfall und lassen sich nicht ohne Weiteres auf andere Situationen übertragen. Zur Diskussion der speziellen Problematik von Bergnomadismus und kombinierter Berglandwirtschaft (vgl. EHLERS und KREUTZMANN 2000) an der Höhengrenze der Ökumene werden im Folgenden Beispiele aus dem Pamir und dem westlichen Kun Lun Shan präsentiert.

14 Ausführlicher leitet SCHLEE (SCHLEE 1991, S. 133–138, SCHLEE 2005, S. 17–53) die ausgeführten Einschätzungen für die Sichtweise des Nomadismus ab. Vgl. auch BARFIELD 1993, S. 214–218; HUMPHREY und SNEATH 1999, SCHOLZ 1991, S. 7–37; SCHOLZ 1992, S. 7–13; SCHOLZ 1995.

15 Vgl. die von KRUSCHE 1981, SCHOLZ und JANZEN 1982, SCHOLZ 1991, RAO und CASIMIR 2003 herausgegebenen Aufsatzsammlungen, in denen sich weitergehende bibliographische Hinweise finden.

4. Kirgisische Nomaden zwischen Taklamakan und Pamir

Im westlichen Hochasien sind es in erster Linie turksprachige Nomaden, die traditionell sowohl an der Trocken- als auch an der Höhengrenze marginale Weidegründe viehwirtschaftlich genutzt haben. Im Bereich des Ostpamir – im Grenzgebiet zwischen West- und Ostturkestan bzw. zwischen den Republiken Tadschikistan und Kirgistan auf dem Gebiet der ehemaligen Sowjetunion und der Autonomen Uigurischen Region Xinjiang innerhalb der Volksrepublik China – wurden die hochgelegenen Naturweiden fast ausschließlich von kirgisischen Nomaden in Wert gesetzt (Abb. 5). Während die Unterlaufgebiete der nach Westen entwässernden Pamirquellflüsse von sesshaften tadschikischen Ackerbauern genutzt wurden, besetzten kirgisische Nomaden das obere Stockwerk mit teilweise flächenhaft und kompakt ausgebildeten Weidegründen. Diese bis zu 300 km² großen, lediglich von Viehzüchtern aufgesuchten Quellrasengebiete werden von Iranisch- wie Turksprechern mit dem Begriff *pamir* belegt.¹⁶ Die namengebenden Weidegründe schließen sieben „große“ Pamire (vier in Tadschikistan, zwei in Afghanistan und einer in Xinjiang) sowie eine Anzahl kleinerer Hochweidegründe ein. Zu letzteren kann auch der Kara Köl-Pamir am Fuße des Muztagh Ata im Autonomen Bezirk Kizil Su (Xinjiang) gezählt werden.

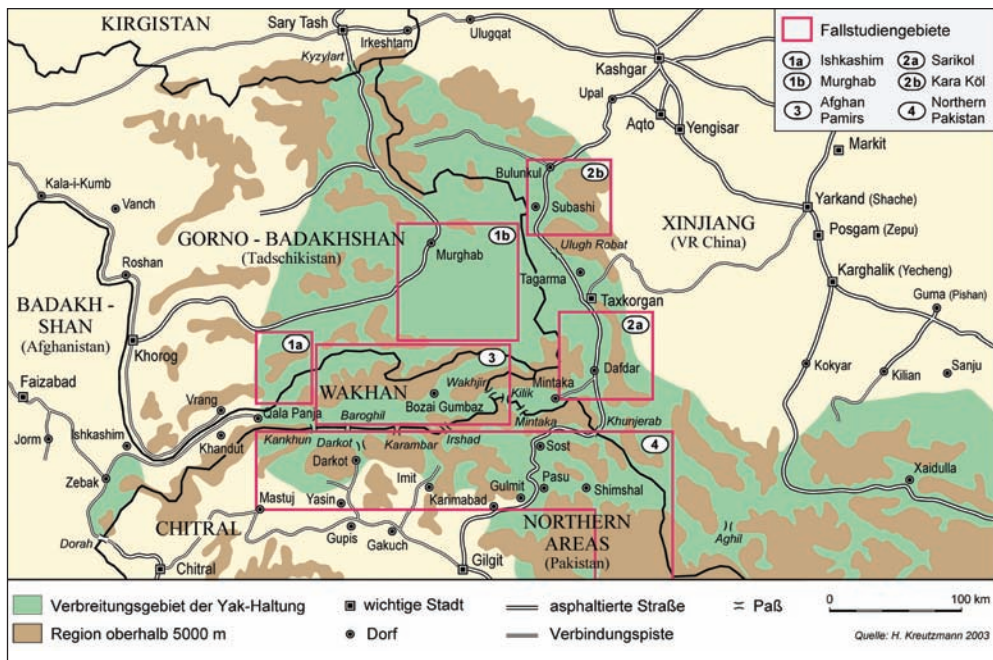


Abb. 5 Übersicht Pamir und Fallstudiegebiete

¹⁶ Das Definitionsspektrum von Pamir wird in unterschiedlicher Konvention von CURZON (1896) und DOR und NAUMANN (1978) diskutiert.

Die Herkunftsgeschichte der Pamir-Kirgisen bezieht die fruchtbaren Oasen des Fergana- und Tarim-Beckens mit ein, zu denen episodische bzw. periodische Handels- und Tauschbeziehungen aufrechterhalten wurden. Manchu-Dokumente von Anfang des 19. Jahrhunderts belegen, dass kirgisische Nomaden politische und Austauschbeziehungen mit Vertretern der chinesischen Zivil- und Militärmacht in Kashgar unterhielten. Anstatt formaler Abgaben wurden Geschenke etwa gleichen Wertes – die Nomaden stellten ein Pferd pro Weidegemeinschaft zur Verfügung und wurden durch Seide und Schafe entlohnt – getauscht. Gleichzeitig erbaten sie das Recht, auf dem Markt von Kashgar ihre Produkte (Pferde, Rinder und verschiedene andere Güter) abgabefrei anbieten zu dürfen.¹⁷ Konfrontationen und kriegerische Auseinandersetzungen in der Form von Plünderungen, regionalen Konflikten um territoriale Dominanz und mit übergeordneten Herrschaftssystemen haben immer wieder zur Verlagerung von nomadischen Weidegebieten und veränderten Mobilitätsmustern geführt.¹⁸ Die kirgisische Reputation als unberechenbare Nachbarn sesshafter Ackerbauern schloss nach den Berichten von Reisenden aus dem 19. Jahrhundert den Raub und Überfall mit ein. DUBEUX und VALMONT (1848) stellen ihnen kein gutes Zeugnis aus: „Les Kara-Kirguizes du plateau de Pamère sont en hostilité constante avec les provinces chinoises qui avoisinent leur territoire, et en particulier avec les pays d’Yarkende et le Tibet. Ils font des excursions dans ces deux provinces pour voler des hommes, des femmes et des enfants qu’ils réduisent en esclavage, et pour détrousser les caravanes: aussi les magistrats chinois condamnent ils à mort impitoyablement et sans aucune forme de procès tous les Kirguizes qui tombent entre leurs mains. Une pareille conduite, bien qu’elle paraisse souvent injuste, est cependant justifiée par des crimes antérieurs et par la nécessité d’inspirer de la crainte à ces bandits; car les Kara-Kirguizes ne vivent que du vol et des produits du brigandage, à tel point qu’ils ne respectent pas même les propriétés de leurs parents ou de leurs amis; et, lorsque quelqu’un d’entre eux a été victime d’un vol, il cherche à prendre sa revanche sur celui de ses voisins qu’il croit pouvoir dépouiller plus facilement.“¹⁹

Ihre wagemutige Vorgehensweise barg gewisse Gefahren in sich, die bei Unterlegenheit und Gefangennahme drakonische Kapitalstrafen seitens der chinesischen Behörden nach sich zogen. OLUFSEN (1904) schließt aus seinen Erkundigungen auf abfällige lokale Einschätzungen und konstatiert eine unvorteilhafte Wahrnehmung der Kirgisen: „The Kirghiz of High Pamir, not without reason, are looked upon as wandering gipsy robbers whom it is best to

17 Die Manchu-Denkschrift aus dem Herbst des Jahres 1806 erwähnt diese Austauschbeziehungen als regelmäßig wiederkehrende Praxis der Beziehungen zwischen Kirgisen (Naiman, Cherik, Adigine) und der chinesischen Verwaltung der Außengrenze (COSMO 1993, S. 25–27); vgl. allgemein zu nomadischen Tauschbeziehungen in Innerasien COSMO 1994.

18 Vgl. in diesem Zusammenhang ABRAMZON 1963, BEKOVI 1969, CENTLIVRES und CENTLIVRES-DEMONT 1983, DOR und NAUMANN 1978, DUBEUX und VALMONT 1848, S. 118; SHAHRANI 1979a, b.

19 DUBEUX und VALMONT 1848, S. 116. Übersetzung: Die Kara-Kirgisen aus dem Pamir Hochland befinden sich in steter Feindschaft mit den benachbarten chinesischen Provinzen und insbesondere mit den Gebieten von Yarkand und Tibet. Sie machen Streifzüge in diese Provinzen, um Männer, Frauen und Kinder zu entführen, welche sie dann versklaven, und um Karawanen auszuplündern. Die chinesischen Beamten verurteilen alle Kirgisen, die ihnen in die Hände fallen, daher erbarmungslos und ohne jeglichen Prozess zum Tode. Ein ähnliches Verhalten, obwohl scheinbar oft ungerecht, ist dennoch gerechtfertigt, sowohl aufgrund früherer Verbrechen als auch wegen der Notwendigkeit, diesen Banditen Angst einzujagen. Denn die Kara-Kirgisen leben in einem Maße von Diebstahl und Raubüberfällen, dass sie nicht mal das Eigentum ihrer Eltern oder Freunde achten. Wenn einer von ihnen einem Diebstahl zum Opfer fällt, versucht er sich häufig Genußtuung dadurch zu verschaffen, indem er denjenigen Nachbarn überfällt, von dem er glaubt, ihn einfacher ausrauben zu können.

drive away as soon as they show themselves in the neighbourhood.“²⁰ Den pejorativen Bewertungen, die eindeutig von den Urteilen der jeweiligen Informanten gefärbt sind, stehen gegenteilige Aussagen gegenüber, die umgekehrt die Nomaden zu Opfern von Willkür und Abgabenerpressung machen. Eine Ausbreitung kirgisischer Nomaden lässt sich als südwärts gerichtetes Abdrängen in die unwirtlichen Höhen des Pamir und Kun Lun Shan ausmachen.

Die kirgisische, territorial differenzierte Stammesgliederung im 20. Jahrhundert verdeutlicht das weitgespannte Verbreitungsgebiet mit Schwerpunkten in den Randbereichen des Fergana-Beckens und im Alai sowie im Ostpamir.²¹ In der letztgenannten Region liegen die höchsten Weidegründe, die traditionell bergnomadisch genutzt wurden. Von Winterlagern (kirg. *kštau*, *aul*; tads. *kishlak*), die im Allgemeinen in Höhenbereichen unterhalb 2000 m lagen, wurden im Frühjahr Wanderungen talauf zu den in 3500–4000 m hoch gelegenen Sommerweiden (kirg. *dzailou*; tads. *aylaq*) unternommen.²² Tausch aus nomadischer Produktion (Lebendvieh, Filze, Felle, Wolle) gegen dringend benötigte Nahrungsmittel (Mehl, Salz, Tee) und Konsumwaren (Stoffe) erfolgte hauptsächlich im Herbst in den bedeutenden Handelsoasen Ferganas oder in Alteshahr (= „sechs Städte“, urbane Zentren am Rand des Tarim-Beckens) im heutigen Süd-Xinjiang. Neben der in erster Priorität durchgeführten Viehzucht, deren Produktionsgrundlage Naturweiden in peripheren Regionen mit geringen Abgabenbelastungen darstellten, übernahmen Kirgisen im Pamir auch Aufgaben der Territorialsicherung für die jeweiligen Machthaber, Transportdienste über schwer traversierbare Gebirgspässe für Handelskarawanen und die Versorgung militärischer Posten mit Nahrungsmitteln und Feuerholz. Die letztgenannten Tätigkeiten verbreiterten die Wirtschaftsgrundlage und reduzierten partiell das mit Viehzucht unter schwierigen Umweltbedingungen an der Höhengrenze der Ökumene verbundene Risiko. In Berichten aus der Zeit der letzten Jahrhundertwende findet das Ethnonym Kirgise synonyme Verwendung für die Kategorie Nomade.²³ Der Orientalist Martin HARTMANN charakterisiert ihre Anpassungsstrategien und die gewährten Privilegien Anfang des 20. Jahrhunderts: „Von Abgaben an die Regierungskasse ist die kirgisische Bevölkerung durchaus befreit. Doch ist sie verpflichtet, gegen bestimmte Bezahlung Heizung für die Befestigungen an den Straßen von Irkeshtam und Naryn zu liefern, ebenfalls gegen Bezahlung an einigen Stationen dieser Straßen eine bestimmte Zahl von Postdschigiten [Kurierdienst] zu halten, und Qara’ule [Wachposten] zum Schutz der Grenzen zu stellen. So erfreut sich denn die nomadische Bevölkerung Kaschgariens, besonders die Kirgisen, bedeutender Privilegien, und die ansässige Bevölkerung hat die ganze Last der willkürlichen chinesischen Verwaltung zu tragen. Mit der Befreiung der Kirgisen von Steuern und mit der Verleihung von allerlei Privilegien und Belohnungen [...] verfolgte die chinesische Regierung einen ganz bestimmten Zweck: sie wollte dadurch die Grenzbevölkerung an sich ziehen und in ihr bei inneren Schwierigkeiten und gegen äußere Feinde eine Stütze haben. Die Rechnung stimmte aber nicht. Die Kirgisen betrachteten diese Freundlichkeiten nicht als eine Großmut, sondern als eine Schwäche der Regierung und als ihr gutes Recht; statt Unterwürfigkeit und Dankbar-

20 OLUFSEN 1904, S. 91.

21 Vgl. BREGEL 2003, S. 78–79; KREUTZMANN 1995.

22 Vgl. allgemein zur kirgisischen Viehzucht Ende des 19. Jahrhunderts BEKOVI 1969.

23 *General Staff India* 1907, S. 90–93, 186; *General Staff India* 1929, S. 217; HARTMANN 1908, S. 30–31. Lediglich ARVED VON SCHULTZ (VON SCHULTZ 1916, S. 105, 112, 221) beobachtete auf seiner Reise 1912 in den niedriger gelegenen Regionen, dass Kirgisen sich dort auch im Anbau von Gerste und Futter zur Vorratshaltung versuchten. Angaben zur Wirtschaftsweise der Kirgisen finden sich bei HUNTINGTON 1905, S. 141–158; VON SCHULTZ 1910, S. 250–252.

keit zeigen sie den Chinesen eine vollkommene, unverhüllte Verachtung und würden sich gar nicht bedenken, wie in früheren Jahren an jedem Aufstande teilzunehmen, der etwa im Lande aufloderte. [...] [Chinesische] Politik [gab] zugleich Anlass zu Missverständnissen an der russischen Grenze. Die Privilegien der chinesischen Kirgisen wurden für ihre Stammesgenossen in Fergana und Semirjetschie eine Verführung, auf kaschgarisches Gebiet überzutreten.“²⁴ Hier zeigt sich ein Charakteristikum nomadischer Mobilität, das neben der extensiven Nutzung in weiten Räumen vorhandener weidewirtschaftlicher Ressourcen politisch-administrative Unterschiede jenseits neu gezogener Grenzen für sich auszunutzen verstand. Das 20. Jahrhundert ist durch umfassende gesellschaftliche Umwälzungen gekennzeichnet, die offensichtlich zu flexiblen Antworten auf existenzbedrohende Maßnahmen herausforderten.

5. Kirgisische Nomaden jenseits und diesseits der Grenzen Hochasiens

Als Sven HEDIN im späten 19. Jahrhundert die Pamirregion bereiste, stellte er ein dominantes viehwirtschaftlich ausgerichtetes Interesse der dort angetroffenen Kirgisen fest: „[...] die Pflege der Herden und die jährlichen Wanderungen, die damit im Zusammenhang stehen, [bilden] das einzige Interesse der Kirgisen. Den Sommer bringen sie auf den Jeilaus [kirg. *dzailou*], den Sommerweideplätzen, zu, die auf den höheren Abhängen des Mus-tag-ata und der Pamirgebirge liegen; ihre Winterweiden, Kischlaks [tads. *Kishlak*], in den Tälern suchen sie auf, wenn der Schnee und die Kälte sie von den Bergen herunterjagen. In jedem Aul sind die meisten Bewohner miteinander verwandt. Sie ziehen stets auf dieselben Jeilaus und Kischlaks, und kein anderer Aul hat das Recht, ohne Uebereinkommen in das von einer Familie durch ihre Tradition gewonnene Gebiet einzudringen.“²⁵

Das als Prinzip des Bergnomadismus beschriebene Weidemuster erweckt den Eindruck der Stagnation und Traditionalität. Dabei sollte das 20. Jahrhundert eines voller tiefgreifender politisch-ökonomischer Umbrüche und sozial-struktureller Umwälzungen werden. Am Beispiel der Pamir-Kirgisen und speziell der Teyit-Gruppe um den Stammesführer Rahman QUL lassen sich diese Entwicklungen aufzeigen. Rahman QUL wurde 1916 in Pamirski Post (dem heutigen Murghab in Tadschikistan) geboren (Abb. 6). Die dortigen Kirgisen bezogen neben der Viehzucht Einkünfte aus Dienstleistungen für die dortige russische Garnison.

Nach der Oktoberrevolution spalteten sich die Teyit-Kirgisen aus Pamirski Post und verlegten ihre Weidegebiete in den Kleinen Pamir nach Ghundjiboi und nach Paik im Taghdumbash-Pamir. Das erste Gebiet gehörte nominell zu Afghanistan, das zweite zu China. In einer Erhebung aus dem Jahre 1922 wird die Zahl der in Afghanistan lebenden Kirgisen mit 2000 Personen in weit gestreuten Pamirlagern angegeben.²⁶ Der Anführer der Teyit Jaffar QUL fungierte gleichzeitig als königlicher Grenzwächter im Pamir.²⁷ Auch schon zu dieser Zeit waren Übergriffe sowjetischer Soldaten nach Afghanistan hinein zu verzeichnen. Allein im Jahre 1931 wurden mehrere Tausend Stück Vieh entführt. In der Folgezeit wurden die Weidelager immer weiter von der Grenze entfernt. Der nach China ausgewanderten Gruppe drohte im Zuge der internen Unruhen in Xinjiang Mitte der 1930er Jahre die Vertreibung von

24 HARTMANN 1908, S. 31.

25 HEDIN 1899, I, S. 269.

26 KOSHKAKI 1979, S. 171.

27 SHAHRANI 1979a, S. 40.

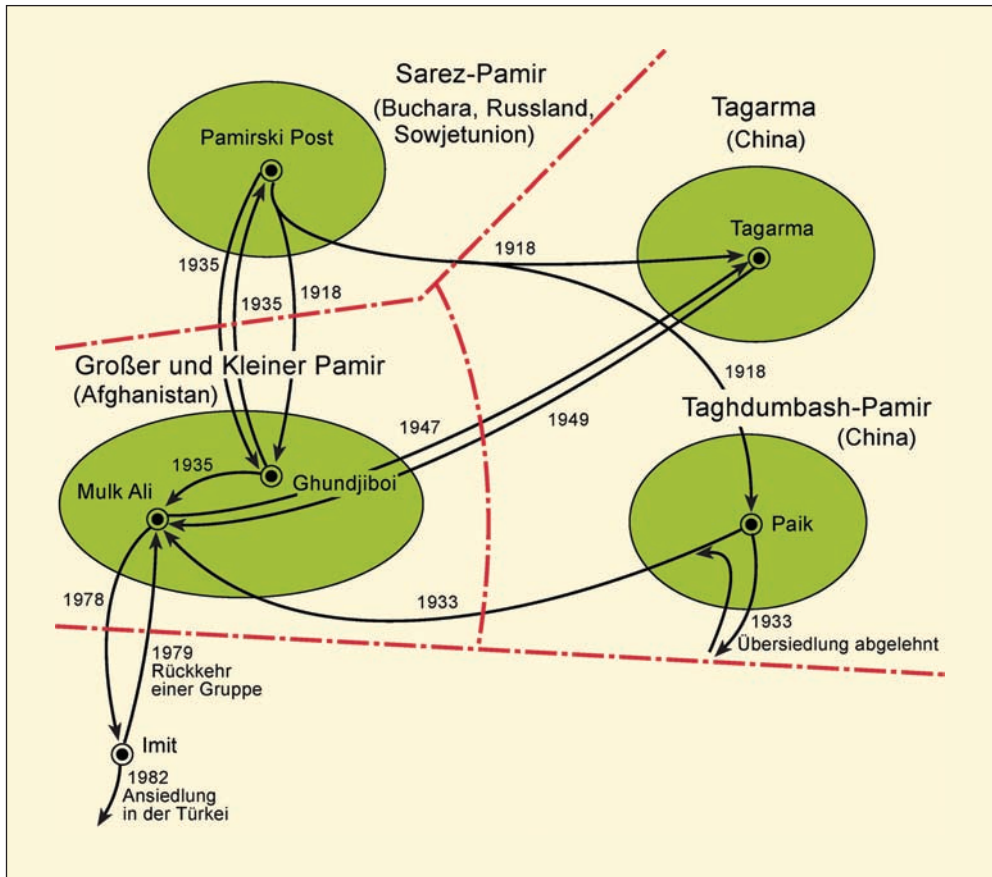


Abb. 6 Fluchtbewegungen und Übersiedlung der kirgisischen Jurtengemeinschaft des Rahman QUL im 20. Jahrhundert (Entwurf: H. KREUTZMANN)

ihren Weidegründen. Diese kirgisische Gruppe bemühte sich um Aufnahme im angrenzenden Britisch-Indien, was ihnen jedoch verweigert wurde.²⁸ Erneut wurde Zuflucht im Großen und Kleinen Pamir und ein Auskommen mit dem afghanischen König gesucht. Dorthin flüchteten auch Kirgisen aus der Sowjetunion. Sicherheit vor grenzüberschreitenden Truppenverbänden war jedoch nicht gewährleistet. Drei Mitglieder der kirgisischen Elite wurden im afghanischen Pamir gekidnappt und nach Tadschikistan verschleppt. Unter ihnen befand sich auch Rahman QUL. Aufgrund der unsicheren Lage wechselten die Kirgisen kurzfristig erneut auf chinesisches Territorium, kehrten den dortigen Pamirgebieten jedoch bald wieder den Rücken. Nach dem Tod seines Vaters Jaffar QUL übernahm Rahman QUL Anfang der 1940er Jahre die Führung der kirgisischen Verbände und konnte ein dauerhaftes Auskommen mit dem afghanischen König Zahir SHAH über die Nutzung der Weiden und die Sicherung der Wakhān-Grenzen (Abb. 7) etablieren. Lediglich ein kurzes Intermezzo (1947–1949) verbrachten

²⁸ Vgl. FELMY und KREUTZMANN 2004, KREUTZMANN 1996.

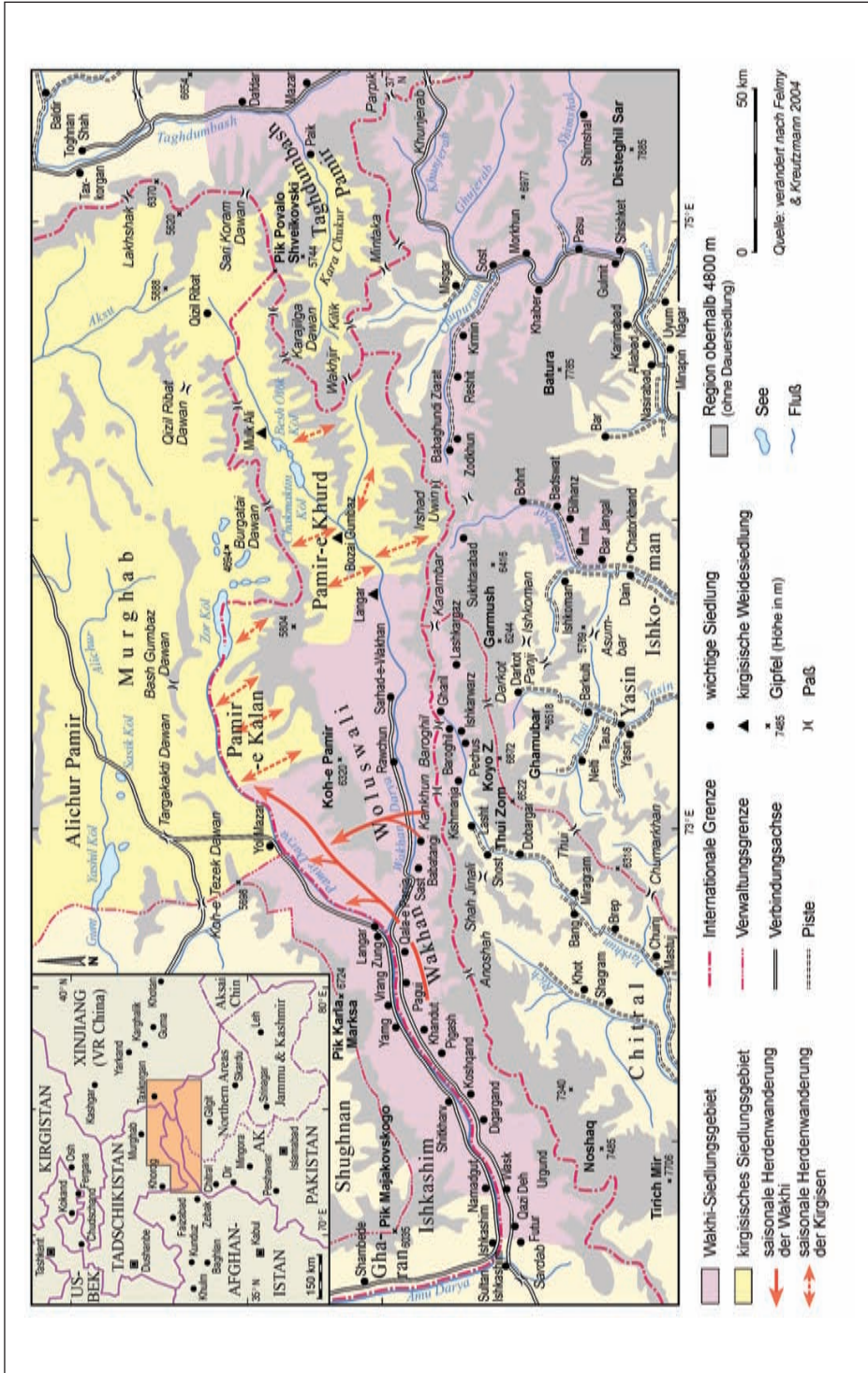


Abb. 7 Wakhan und Pamir: Kirgisische und Wakhi-Siedlungsgebiete

die Kirgisen, erneut Schutz suchend, im chinesischen Taghdumbash-Pamir, als die Beutezüge sowjetischer Grenzsoldaten wieder Überhand nahmen.²⁹ Erst in den 1950er Jahren begann für fast eine Generation eine friedvolle und Wohlstand mehrende Zeit, die den Haushalt des Rahman QUL zum reichsten des Pamir werden ließ.

Die biographischen Ausführungen deuten an, dass die jeweils grenznahen Weiden in der Lebenszeit des Rahman QUL durchaus überschritten werden konnten. Gleichzeitig wiesen sie daraufhin, dass die weltpolitischen Umwälzungen des 20. Jahrhunderts, die für die Pamir-Region mit der Oktoberrevolution und der afghanischen Souveränität begannen und sich im Zweiten Weltkrieg und mit der folgenden Unabhängigkeit des indischen Subkontinents sowie der Chinesischen Revolution fortsetzten, zu gravierenden gesellschaftlichen Umbrüchen mit signifikanten Wirkungen für die Lebensverhältnisse der bergbäuerlichen und nomadischen Bevölkerungen in den jeweiligen Peripherien ihrer Nationalstaaten beitrugen. Ideologische Konflikte und machtpolitische Konfrontationen führten in der Folgezeit zu Grenzerfahrungen, die M. Nazif SHAHRANI von „closed frontier nomadism“ sprechen ließen.³⁰ Die Grenzen wurden zunehmend undurchlässiger, schnitten Kommunikationsverbindungen unter den Wakhi-Bergbauern ebenso ab wie unter den Kirgisen.³¹ Damit wirkten sich die gravierenden politischen Einschnitte in den jeweiligen Territorien (vgl. Abb. 5) lebensverändernd aus und leiteten die Phase der Sonderentwicklungen ein, die im Folgenden beleuchtet werden sollen.

5.1 Gorno-(Berg)-Badakhshan in Tadschikistan

Schon in russischer Zeit hatte der Vorposten des Zaren im Pamir den Beginn einer „neuen Zeit“ angekündigt. Systematische Datenerhebungen über Kopffzahlen und Erzeugung von Gütern, die Planung und Durchführung von Infrastrukturmaßnahmen und die Durchdringung der Weiten Zentralasiens mit Verwaltungsstrukturen waren nur der Vorlauf für massive Eingriffe in Eigentumsstrukturen und soziale Verhältnisse, die nach der Oktoberrevolution einsetzten. Die Entscheidungsfreiheit und Selbständigkeit von Wakhi und Kirgisen erfuhr im Rahmen der sowjetischen Kollektivierung einschneidende Einschränkungen, als Genossenschafts- und Staatsbetriebe eingeführt wurden. Nomaden sahen sich seit den 1930er Jahren mit Sesshaftmachungsprogrammen konfrontiert, Bergbauern fanden die Grundlage ihrer Lebensabsicherung unter der Kontrolle von Politkommissaren, Kadern und der Kolchosleitung wieder. Mit dem gravierenden Einbruch verbunden war ein Entwicklungsprogramm, das unter dem Euphemismus der Autonomie³² bürgerliche Bewegungsfreiheiten weitgehend einschränkte, gleichzeitig jedoch zu einer erfolgreichen Strategie zur Verbesserung der Lebensbedingungen in den zentralasiatischen Hochgebirgen geführt hat. Wakhi und Kirgisen erfuhren in hohem Maße eine Regionalförderung, die im Bildungs- und Gesundheitssektor, aber auch in der Versorgung mit Grundnahrungsmitteln und Konsumgütern durchaus mit anderen, weniger peripher gelegenen Gebieten in der Sowjetunion zu vergleichen war. Der Pamirregion wurde lediglich eine Monofunktion als Viehzuchtgebiet zugewiesen, gleichzeitig wurden ökonomische Defizite durch ein aufwendiges Subventionsregime im Rahmen

²⁹ Vgl. DOR und NAUMANN 1978, KREUTZMANN 1996, SHAHRANI 1979a, b.

³⁰ Vgl. SHAHRANI 1979 a, b.

³¹ BREGEL 2003, S. 78–79; und SHAHRANI 1979a, b geben die Stammesbezeichnungen der kirgisischen Gemeinschaften in Afghanistan, Tadschikistan und Xinjiang jeweils als Kesek, Teyit, Nayman, Qipchaq an; vgl. auch KREUTZMANN 1995, S. 163.

³² Vgl. KREUTZMANN 2002.

der Kommandowirtschaft zur Überwindung regionaler Disparitäten kompensiert. Diese erste Transformation des 20. Jahrhunderts ist im Übergang von Privateigentum auf Haushaltsbasis zu Kollektivstrukturen in genossenschaftlichen und staatlichen Gütern symbolisiert.

Mit dem Beginn der zweiten Transformation vor zwei Dekaden brach dieses zentral gelenkte Versorgungssystem vollständig zusammen. Die Unabhängigkeit Tadschikistans wurde teuer mit signifikant hohem Wohlstandsverlust und einem verlustreichen Bürgerkrieg erkaufte.³³ Die Pamirregion wurde über längere Zeiträume aus internationalen Hilfsprogrammen mit Grundnahrungsmitteln versorgt, bevor nun auf niedrigem Niveau ansatzweise regionale Wirtschaftskreisläufe zu greifen beginnen. Politische Entwicklungen und der in allen Entwicklungsindikatoren messbare Abstieg Tadschikistans, das den letzten Rang in der jüngsten UN-Tabelle beim Armutsindex der Industrieländer einnimmt, haben in dramatischem Ausmaß ihre Wirkung auch in der Peripherie gezeigt. Für kirgisische Viehzüchter und pamirische Bergbauern führte der Wohlstandsverlust in den 1990er Jahren in den Ruin. Erst mit der hohen Abwanderung von Arbeitsmigranten nach Russland, die fast jedem Haushalt einen Gastarbeiter bescherte, und externen Unterstützungsmaßnahmen wurde der Verarmungsprozess aufgehalten.³⁴ Manche Haushalte haben dauerhaft ein Leben im benachbarten Süd-Kyrgyzstan vorgezogen und haben den Ostpamir verlassen. Für die zurückgebliebenen Haushaltsmitglieder spielt die Viehzucht auf den pamirischen Hochweiden eine Schlüsselrolle für die Grundversorgung. Die natürlichen Ressourcen haben mittlerweile wieder einen Stellenwert erhalten, wie er zuletzt in zaristischer Zeit gegeben war. Der sommerliche Aufenthalt auf den Hochweiden (*dzailou*) zählt heute zum Repertoire der Armutsabwendungsstrategien, indem dort die Lebenshaltungskosten minimiert werden können. Daher ist es auch nicht überraschend, dass es in Tadschikistan zu einer heftigen Debatte kam, als zur Umsetzung eines chinesisch-tadschikischen Abkommens im Jahre 2006 die kirgisische Siedlungsgemeinschaft von Rangkul Territorium an die VR China abzutreten hatte. Die Gebietsabtretung ist ein weiteres Moment der eingeschränkten Ressourcennutzung im Ostpamir (Abb. 8). In den westlichen Bereichen hatte die Kollektivierung zu Zuweisungen von Kolchosweiden geführt, die den westpamirischen Betriebseinheiten dort Weiderechte einräumte. Als Folge des jahrzehntelangen Grenzstreites zwischen der Sowjetunion und der VR China ist die östliche Staatsgrenze mit einem Stacheldrahtzaun (Abb. 9) markiert worden, der als Puffer – „sistema“ genannt – beide Kontrahenten auf Kosten eines Weideverlustes für die kirgisischen Anrainer voneinander trennen soll. Damit schreitet eine Ressourcenverknappung voran, die bei steigenden Viehzahlen für die Betroffenen problematisch werden könnte. Gegenwärtig sind die Bestockungsdichten in den verbliebenen, neu formierten fünf Gebietskörperschaften zwar vergleichsweise gering. Die Abhängigkeit von der wichtigsten natürlichen Ressource könnte jedoch in Zukunft wieder steigen, wenn privatwirtschaftlich und genossenschaftlich organisierte Viehwirtschaft erfolgreich zur Befriedigung einer wachsenden Nachfrage betrieben werden soll. Über den Zaun des „sistema“ blickt man zum Muztagh Ata hinüber, wo in einem ähnlichen ökologischen Umfeld doch signifikant abweichende Entwicklungen zu verzeichnen sind.

33 Vgl. SEIFERT 2002.

34 Vgl. HERBERS 2006, OLIMOVA und BOSC 2003.

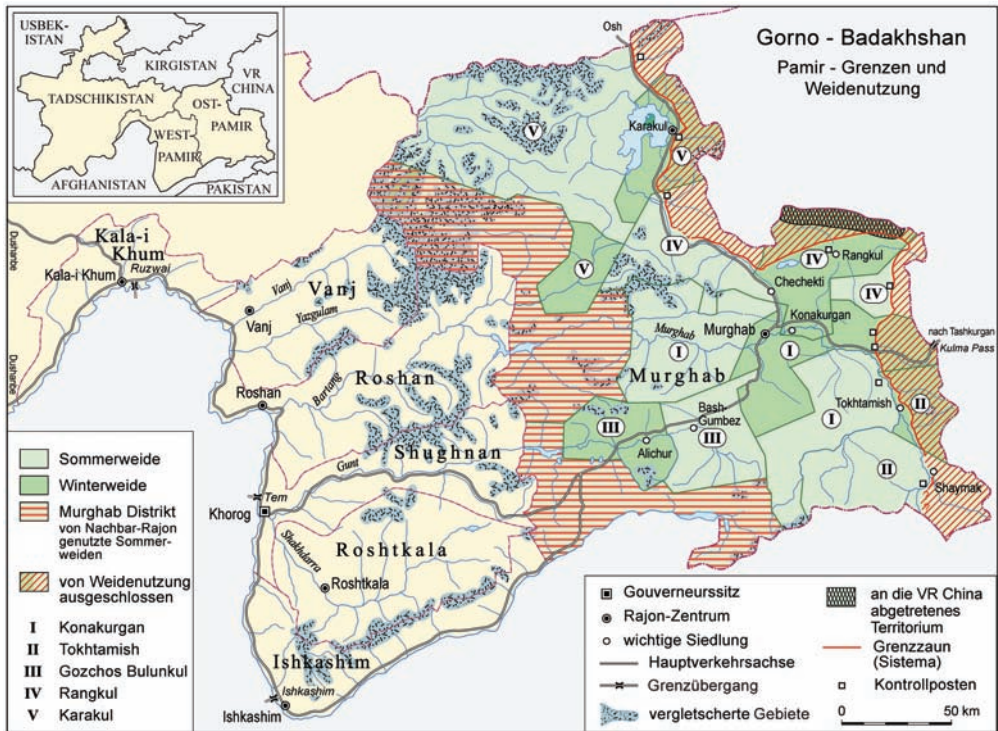


Abb. 8 Gorno-Badakhshan. Pamirgrenzen und Weidenutzung (Quelle: eigener Entwurf basierend auf Aufnahmen 2001 und 2007. Topographie nach NARZIKULOV und STANJUKOVIC 1968, HAUSER 2004, 2007)



Abb. 9 Das „sistema“ verbreitert als Zaunpuffer im chinesisch-tadschikischen Grenzgebiet den trennenden Gürtel zwischen den Anrainern und neutralisiert so ein Territorium, das weitgehend aus der Nutzung herausgenommen wurde.

5.2 Kara Köl und Sarikol in der VR China

Nach der Chinesischen Revolution setzten in den 1950er Jahren mit Zeitverzug auch in Xinjiang administrative Neuordnungen nach dem Autonomiegrundsatz und Kollektivierungsmaßnahmen ein. Wakhi und Kirgisen fanden sich in Produktionsbrigaden und Volkskommunen wieder, die im Rahmen ihrer Einführung 1958 – als „großer Sprung nach vorne“ apostrophiert – zu einer der größten Hungerkatastrophen der Menschheit geführt haben. Auch im Siedlungsgebiet der Wakhi und Kirgisen waren hohe menschliche und materielle Verluste zu verzeichnen. In der Folgezeit konnten sich dennoch die Volkskommunen als ökonomische Organisationseinheit des ländlichen Raumes behaupten. Gravierende Einschnitte in Siedlungsstrukturen und Verwaltung sowie in der Versorgung und Vermarktung führten hier zu einer Stabilisierung der Lebensverhältnisse auf vergleichsweise niedrigem Niveau. Die Lebensverhältnisse am Fuße des Muztagh Ata ähneln heute nicht mehr den sozialen und ökonomischen Strukturen, die Sven HEDIN beobachten konnte. Auch hier wirkten zwei einschneidende Transformationen, die zwei Pole besetzen. Die erste beginnt kurz nach der Chinesischen Revolution und wird symbolisiert in der darauf folgenden Vergenossenschaftlichung und späteren Kollektivierung. Damit verändert sich das Weidemuster dahingehend, dass kirgisische Nomaden nicht mehr die 280km lange Wanderung in die 1200 m hoch gelegene Kashgar-Oase unternehmen, sondern ganzjährig in ihrer Produktionsbrigade Subash am Kara Köl in 3650 m Höhe (Abb. 10) verbleiben. Das ehemals bergnomadische Prinzip des Wechsels zwischen tiefgelegenen Winterweiden und hoch gelegenen Sommerweiden wird durch administrative Eingriffe unterbunden. Weidewanderung erfolgt nur noch saisonal oszillierend über geringe Distanzen im Kara Köl-Pamir. Die staatliche Viehzuchtbehörde übernimmt die Funktionen des Marktes, organisiert landwirtschaftliche Beratung, züchterische Unterstützung und Absatz des Viehs, während andere staatliche Einrichtungen die Versorgung der Volkskommune gewährleisten. Diese Struktur bleibt über fast zwei Dekaden ab 1958 das Grundmuster. Erst mit Einführung der Wirtschaftsreformen im Rahmen der sogenannten „vier Modernisierungen“ wurden Potentiale freigesetzt, die für die kirgisischen Viehzüchter zu einem signifikanten Wohlstandsgewinn beigetragen haben, während die Wakhi-Bergbauern in Sarikol weiterhin marginale Ressourcen in stärkerer Eigenverantwortung für ein bescheidenes Auskommen bewirtschaften. Die kirgisischen Viehzüchter am Kara Köl gehören nun bereits schon seit einer Generation zu den Gewinnern der Reformen. Nicht nur eine Verbesserung des Marktzugangs (Abb. 11) und die Einführung des Sonntags-(Vieh-)Markts in Kashgar haben neue Absatzmöglichkeiten bei einer verdreifachten Bestockungsdichte ermöglicht,³⁵ insgesamt wurde die Viehzucht durch Futtervorratshaltung, Bewässerung von Naturweiden sowie Sensenschnitt des Grases und eine systematische saisonale Beweidung intensiviert. Die hohe Nachfrage nach Viehzuchtprodukten in den Stadtoasen des Gebirgsvorlandes und außeragrarisches Tätigkeiten haben zu einer beachtlichen Wohlstandsvermehrung beigetragen. Die Kluft zwischen Wakhi-Bergbauern und kirgisischen Viehzüchtern ist weiter gewachsen, ebenso wie der Wohlstandsunterschied im Vergleich zu benachbarten kirgisischen Gebieten in Tadschikistan und Afghanistan.

³⁵ Vgl. KREUTZMANN 1995.

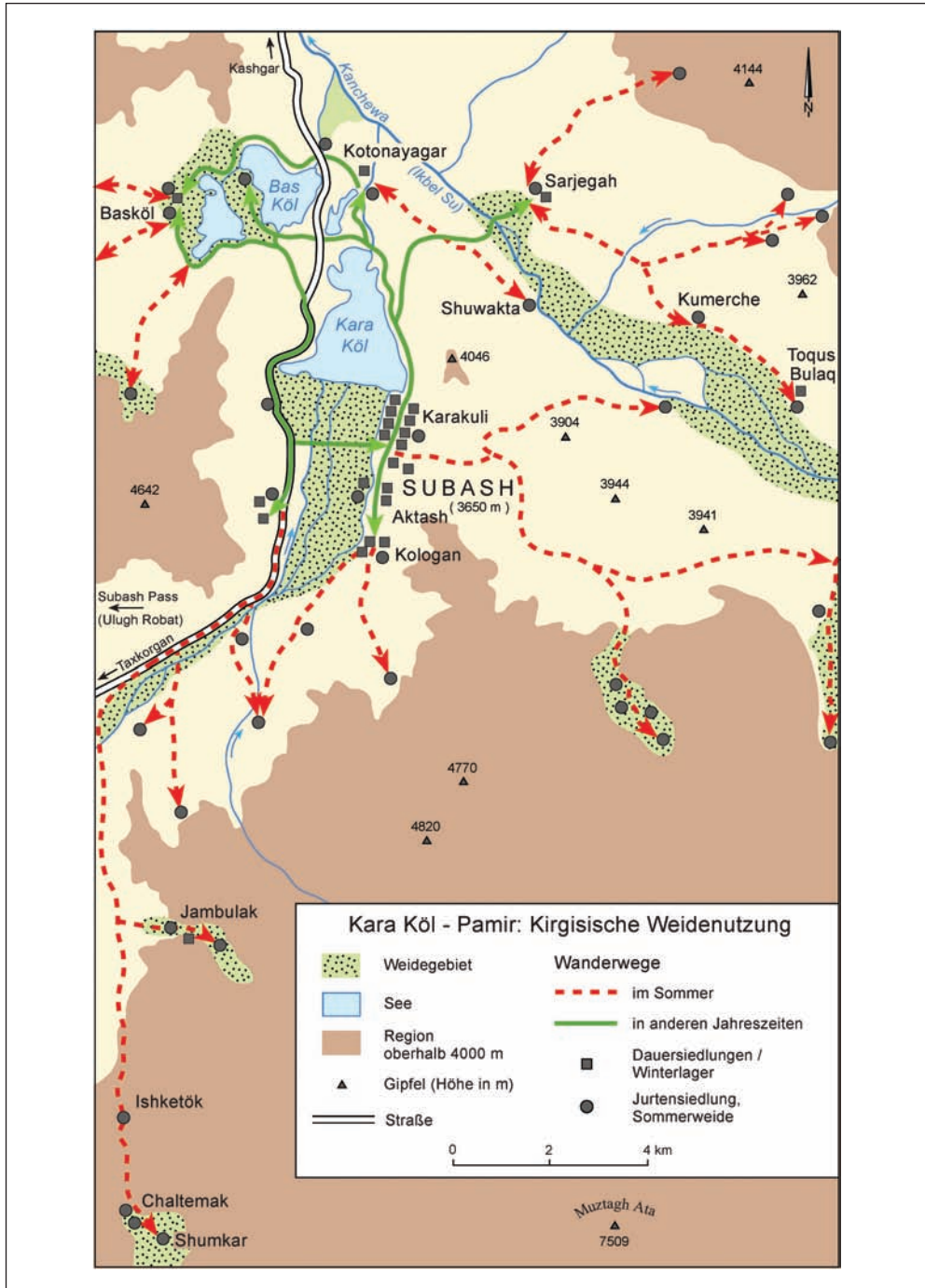


Abb. 10 Kirgisische Weidenutzung und Wanderungsmuster in Subashi (Quelle: eigene Aufnahmen basierend auf topographischen Karten)



Abb. 11 Viehtrieb aus dem Kara Köl-Pamir über den *Pak-China Friendship Highway* nach Kashgar. Alljährlich treiben die Kirgisen im September ihre Fettschwanzschaf- und Ziegenherden in die Kashgar-Oase zur Vermarktung.

5.3 *Wakhan und Pamir in Afghanistan*

Größer hätte der sozio-ökonomische Kontrast auf der Welt kaum ausfallen können als zwischen dem Nord- und dem Südufer des Amudarja. Jegliche Infrastruktur in Form von Straßen, motorisiertem Verkehr und Elektrizitätsversorgung fehlte in Afghanistan, die überkommenen Sozialstrukturen und Eigentumsverhältnisse blieben weitgehend unverändert. Wakhi-Bergbauern und kirgisische Nomaden waren in afghanische Wirtschaftskreisläufe partiell eingebunden, so dass die revolutionären Veränderungen in Kabul und die sowjetische Okkupation ihre Wirkung auch in der Hochgebirgssperipherie nicht verfehlten (vgl. Abb. 7). Kurz nach der Saur-Revolution von 1978 gingen alle kirgisischen Nomaden ins pakistanische Exil und überließen die Pamirweiden sich selbst. Nur eine kleine Gruppe von 50 Haushalten verweigerte sich, die Forderung des Khan Rahman QUL zu erfüllen, das Asyl-Angebot anzunehmen und ins türkische Exil auszuwandern. Der Hauptteil der afghanischen Pamir-Kirgisen übersiedelte mit 200 Haushalten in die Türkei, wo er bis heute in einem für sie eigens errichteten ostanatolischen Dorf (Ulupamir Köyü) nördlich des Van-Sees ein bescheidenes Auskommen findet. Die Gruppe der „Dissidenten“ kehrte in den Kleinen und Großen Pamir zurück und arrangierte sich mit den neuen sowjetisch gestützten Machthabern. Über lange Zeiträume konnte jedoch die afghanische Nordallianz die Geschicke des Wakhan und der Pamirgebiete bestimmen, da wichtige Versorgungsrouten und Pässe zu kontrollieren waren. Die Wirkungen von Taliban-Regime und der nachfolgenden Regierung unter Hamid KARZAI sind auch heute bei den in Wakhan und Pamir Zurückgebliebenen spürbar. Kriegshandlungen, Landminen und territoriale Zersplitterung haben die innerafghanischen Austauschbeziehungen beeinträchtigt, der Opiumhandel und -konsum zeigen abträgliche Wirkungen entlang der Schmuggelrouten, allgemein sind die Anteile der Armutgruppen unter den Wakhi von 10 %

Mitte der 1970er Jahre auf 80 % der Bevölkerung angewachsen.³⁶ Die Bergbauern sind auf Selbsthilfe angewiesen und auf ein bescheidenes Subsistenzniveau gefallen, das internationale Hilfsorganisationen im Rahmen von Katastrophenhilfe aktiv werden ließ (Abb. 12). Den kirgisischen Viehzüchtern geht es wirtschaftlich etwas besser, da sie über die Grenze nach Pakistan Handel betreiben, jedoch sind auch hier Hilfsorganisationen aktiv (Abb. 13). Vom Fluss der internationalen Wiederaufbaugelder zur Herstellung von öffentlicher Infrastruktur ist in den Wakhi-Dörfern wenig zu verspüren, ebenso warten Lehrer, Milizionäre und Beamte oft vergeblich auf ihre Gehälter. Hier erweist sich die ungebrochene Tradition eines hohen Subsistenzanteils in der Landwirtschaft als Grundsicherungsmechanismus.

5.4 Gojal in Pakistan

Unter den vergleichend betrachteten Gruppen der Wakhi nehmen die Bergbauern in Gojal eine Sonderstellung ein. Im Umfeld von Kaschmir-Konflikt und Kaltem Krieg flossen seit den 1980er Jahren umfangreiche internationale Hilfsgelder in die Hindukusch-, Karakorum- und Himalaya-Region. Regionale Kriege und Krisen haben den Mittelzufluss weiter stimuliert. Neben Maßnahmen der ländlichen Regionalentwicklung und Verbesserung der Anbaubedingungen zielten die Programme vorwiegend auf eine Verbesserung der Bildung und Gesundheitsinfrastruktur ab. In Gojal finden wir die Situation vor, dass Bildungsangebote in hohem Maße wahrgenommen wurden und in Verbindung mit einer schon früher einsetzenden Arbeitsmigration in die großen städtischen Agglomerationen transregionale Versorgungsnetzwerke aufgebaut wurden. Verbesserte Kommunikationsinfrastruktur entlang des *Karakoram Highway*



Abb. 12 Bergbauern in Sarhad-e Wakhan (3600 m) bringen im Herbst die Getreideernte ein, die die wichtige Basis für die Haushaltsversorgung über die Wintermonate darstellt.

³⁶ Vgl. zu den jüngeren Entwicklungen im Wakhan und im afghanischen Pamir sowie zur Bedeutung der Schlafmohnproduktion KREUTZMANN 2003, 2007b, c.



Abb. 13 Nach der Verteilung humanitärer Hilfsgüter in Form von Getreide und Speiseöl ziehen kirgisische Nomaden mit voll bepackten Yaks zurück zu ihren Weidestandorten im Kleinen Pamir.

beförderte diesen Prozess, der in fernab gelegenen Tälern nicht so weit fortgeschritten ist.³⁷ Die Wakhi-Gemeinschaften in Nordpakistan sind sehr heterogen strukturiert (Abb. 14). Insgesamt haben sie jedoch von den Entwicklungsprogrammen des *Aga Khan Development Network* (AKDN) in hohem Maße profitiert, nicht zuletzt ist der AGA KHAN selbst der spirituelle Führer der ismailitischen Wakhi. Unabhängig von diesem allgemein gültigen Kriterium haben sich in Gojal die Lebensverhältnisse signifikant im Vergleich zu den Nachbartälern verbessert.³⁸ Der Wohlstandszuwachs ist in erster Linie einer Diversifizierung der Einkommensquellen zu verdanken. Der Beitrag zur Grundsicherung, der aus der kombinierten Berglandwirtschaft bezogen wird, ist durchaus nicht zu vernachlässigen. Sowohl die Bewässerungsoasen werden intensiv genutzt als auch die extensiv bestockten Hochweiden entlang der mächtigen Karakorum-Gletscher (Abb. 15) tragen zum Haushaltseinkommen bei. Ihr Anteil wächst in krisenhaften Zeiten, die Pakistan als Staatswesen regelmäßig durchlebt, zu einem signifikant und überlebensnotwendigen Basiswert. Daher haben die Diversifizierung der Einkommensquellen und eine Teilhabe am Bergtourismus hier keinesfalls zur Aufgabe von Ackerflur und Weidegründen geführt. Die Hochgebirgsoasen des nordwestlichen Karakorum unterscheiden sich daher auch kaum von den benachbarten Wakhi-Siedlungsgebieten, wenn Formen und Struktur der Ressourcennutzung betrachtet werden.

37 Vgl. ausführlich zu den divergierenden Entwicklungen in einzelnen Talschaften Nordpakistan und zu den viehwirtschaftlichen Praktiken KREUTZMANN 1996, 2005.

38 Vgl. zu den Transformationsprozessen im Hunza-Tal MALIK und PIRACHA 2006.

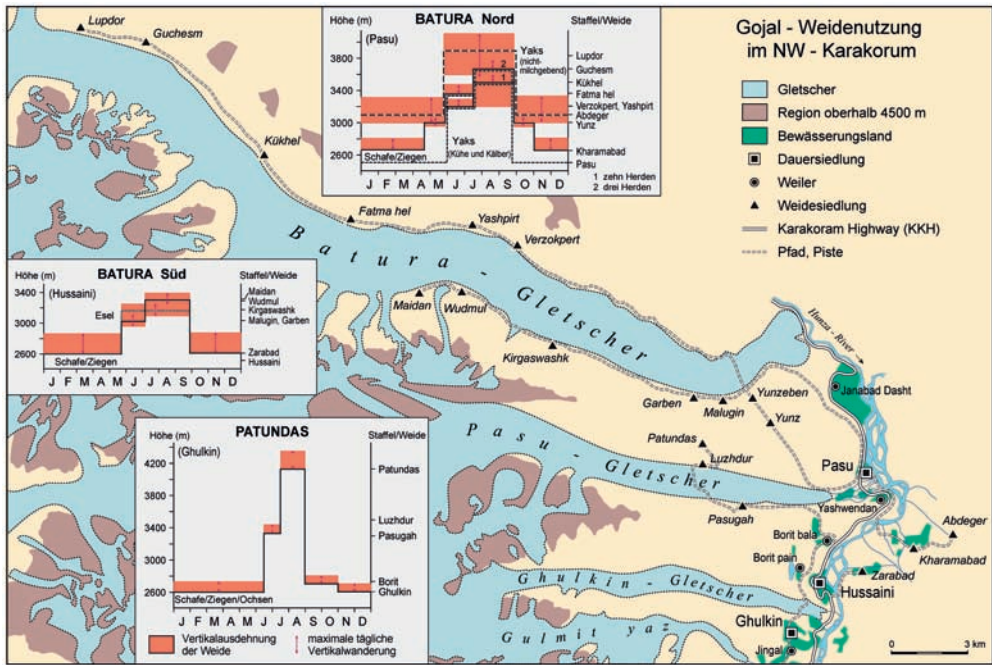


Abb. 14 Gojal. Weidenutzung im Nordwestkarakorum (Quelle: verändert nach KREUTZMANN 2000, S. 105)



Abb. 15 In Nordpakistan haben Wakhi-Bergbauern das oberste Siedlungsstockwerk belegt und nutzen die natürlichen Weiden wie hier in Baroghil im oberen Yarkhun-Tal mit Blick nach Lashkargaz (3600 m).

6. Fazit

Die hier präsentierten Fallbeispiele aus zentralasiatischen Hochgebirgswüstenregionen deuten darauf hin, wie vielgestaltig sich externe Einflüsse jenseits der ökologischen Rahmenbedingungen für die Gestaltung der Lebensbedingungen lokal bemerkbar machen. Insgesamt blicken die beiden betrachteten Gruppen auf eine gemeinsame geschichtliche Vergangenheit zurück. Traditionen und verwandtschaftliche Beziehungen werden auch – wo möglich – über die Grenzen hinweg gepflegt. Im 19. Jahrhundert bildeten sich im Zuge der Demarkation internationaler Grenzen getrennte Siedlungsgebiete heraus, und divergierende Entwicklungen kennzeichnen die Überlebensstrategien in unterschiedlichen politisch-ideologischen Kontexten. Für ein Verständnis der Mensch-Umwelt-Beziehungen sind diese gesellschaftlichen Faktoren häufig die entscheidenden Parameter und losgelöst vom ökologischen Rahmen. In der Peripherie können komplexe Systeme hinsichtlich der Reichweite externer Einflussfaktoren systematisch analysiert werden. Ein zentrales Ergebnis der Untersuchungen ist die nachweisliche Differenz an Teilhabe und Gestaltung gesellschaftlicher Prozesse unter politisch wechselnden Systemen. Während ökologische Rahmenbedingungen in den Untersuchungsgebieten doch durch ein hohes Maß an Ähnlichkeit geprägt sind, haben sich die Lebenswelten der Kirgisen und Wakhi in Hochasien abhängig von der Wirkungsmächtigkeit politischer Entscheidungsfindung außerhalb der Peripherie signifikant verändert. Für ein Verständnis der vor Ort in der Peripherie beobachtbaren Entwicklungen sind die Verflechtungen mit übergeordneten Handlungszentren, weitreichenden Machtinteressen und strukturierten Wirtschaftskreisläufen unverzichtbar. Auf diese Weise ist es möglich, jenseits der ökologischen Raumausstattung das Spektrum der für ein Überleben am Rande der Ökumene notwendigen Ressourcen und ihre Transformationen im raumzeitlichen Wandel zu erfassen.

Literatur

- ABRAMZON, S. M.: The Kirgiz of the Chinese People's Republic. *Central Asian Review* 11/2, 196–207 (1963)
- BARFIELD, T. J.: *The Nomadic Alternative*. Englewood Cliffs: Prentice Hall 1993
- BEKOVI, A. S.: Nomadenwirtschaft und Lebensweise der Kirgisen – 19. bis Anfang des 20. Jahrhunderts. In: FÖLDES, L. (Ed.): *Viehwirtschaft und Hirtenkultur. Ethnographische Studien*. S. 94–111. Budapest: Akademiai Kiado 1969
- BREGEL, Y.: *An Historical Atlas of Central Asia. Handbook of Oriental Studies. Section 8: Central Asia. Vol. 9*. Leiden, Boston: Brill 2003
- CENTLIVRES, P., et CENTLIVRES-DEMONT, M.: Frontières et phénomènes migratoires en Asie Centrale: Le cas de l'Afghanistan de 1880 à nos jours. In: CENTLIVRES-DEMONT, M. (Ed.): *Migrations en Asie. Migrants, Déplacées et Réfugiés*; pp. 83–114. Berne: Schweizerische Ethnologische Gesellschaft 1983
- CHRISTIAN, D.: Silk roads or steppe roads? The silk roads in world history. *Journal of World History* 11/1, 1–26 (2000)
- COSMO, N. DI: Reports from the Northwest: A selection of Manchu memorials from Kashgar (1806–1807). *Papers on Inner Asia* 25. Bloomington: Indiana University Research Institute for *Inner Asian Studies* 1993
- COSMO, N. DI: Ancient Inner Asian nomads: Their economic basis and its significance in Chinese history. *The Journal of Asian Studies* 53/4, 1092–1126 (1994)
- CURZON, G. N.: *Persia and the Persian Question*. 2 Vols. London: Longmans, Green and Co. 1892
- CURZON, G. N.: The Pamirs and the source of the Oxus. *The Geographical Journal* 8, 15–54, 97–119, 239–264 (1896)
- DOR, R., und NAUMANN, C.: *Die Kirgisen des Afghanischen Pamir*. Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt 1978
- DUBEUX, L., et VALMONT, V.: L'Univers, ou histoire et description de tous les peuples, de leurs religions, mœurs, coutumes, etc.: Tartarie. In: DUBEUX, L., VALMONT, V., et RAYMOND, X.: *Tartarie, Belouchistan, Boutan et Népal* par DUBEUX, M. et par VALMONT, V. Afghanistan, par RAYMOND, X. Paris: Firmin Didot Freres 1848

- EHLERS, E., and KREUTZMANN, H. (Eds.): High Mountain Pastoralism in Northern Pakistan. Stuttgart: Steiner 2000
- FELMY, S., und KREUTZMANN, H.: Wakhan Woluswali in Badakhshan. Observations and reflections from Afghanistan's periphery. *Erdkunde* 58/2, 97–117 (2004)
- FRANK, A. G.: The Centrality of Central Asia. *Comparative Asian Studies* 8. Nachdruck des gleichnamigen Beitrags in *Studies of History* (New Delhi 1991), der zusätzlich kommentiert wird. Amsterdam: VU University Press 1992
- FUNNELL, D., and PARISH, R.: Mountain Environments and Communities. London: Routledge 2001
- General Staff India: Military Report on Kashgaria Prepared in the Division of the Chief of the Staff. Intelligence Branch (= IOL/MIL/17/14/74)*. Simla: Government of India 1907
- General Staff India: Military Report on Sinkiang (Chinese Turkestan)*. Calcutta : Government of India 1929
- GERNET, J.: Die chinesische Welt. Die Geschichte Chinas von den Anfängen bis zur Jetztzeit. Frankfurt (Main): Insel-Verlag 1979
- GERTEL, J.: Mobility and insecurity: The significance of resources. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 11–30. Wiesbaden: Reichert 2007
- GILLS, B. K., and FRANK, A. G.: 5000 years of world system history: The cumulation of accumulation. In: CHASE-DUNN, C., and HALL, T. (Eds.): Precapitalist Core-Periphery Relations; pp. 66–111. Boulder: Westview Press 1991
- GOLDSTEIN, M. C.: A History of Modern Tibet, 1913–1951. The Demise of the Lamaist State. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press 1989
- GRÖTZBACH, E.: Die Nutzung der Hochweidestufe als Kriterium einer kulturgeographischen Typisierung von Hochgebirgen. In: JENTSCH, C., und LIEDTKE, H. (Eds.): Höhengrenzen in Hochgebirgen. S. 265–277. Saarbrücken: Geographisches Institut der Universität des Saarlandes 1980
- GROUSSET, R.: Die Reise nach Westen oder wie Hsüan Tsang den Buddhismus nach China holte. Köln: Diederichs 1986
- HAMBLOCH, H.: Der Höhengrenzsaum der Ökumene. Anthropogeographische Grenzen in dreidimensionaler Sicht. Westfälische Studien 18. Münster: Institut für Geographie und Länderkunde 1966
- HARTMANN, M.: Chinesische-Turkestan. Geschichte, Verwaltung, Geistesleben und Wirtschaft. *Angewandte Geographie. Hefte zur Verbreitung geographischer Kenntnisse in ihrer Beziehung zum Kultur- und Wirtschaftsleben*. 3. Reihe, 4. Band. Halle a. S. (1908)
- HAUSER, M. (Ed.): The Pamirs. A Tourist Map of Gorno-Badakhshan-Tajikistan and Background Information on the Region. Paris: Acted 2004
- HAUSER, M.: Grenzverlaufskarte Gorno-Badakhshan. Zürich 2007 (unveröffentlicht)
- HEDIN, S.: Durch Asiens Wüsten. Drei Jahre auf neuen Wegen in Pamir, Lop-Nor, Tibet und China. 2 Bde. Leipzig: F. A. Brockhaus 1899
- HERBERS, H.: Landreform und Existenzsicherung in Tadschikistan. Die Handlungsmacht der Akteure im Kontext der postsowjetischen Transformation. *Erlanger Geographische Arbeiten* 33. Erlangen (2006)
- HEWITT, K.: Rediscovering colonised landscapes: The first Europeans at the Mustagh Pass, Karakoram Himalaya, Inner Asia. In: GERVERS, M., BULAG, U., and LONG, G. (Eds.): The Exploitation of the Landscape of Central and Inner Asia. *Toronto Studies in Central and Inner Asia* Vol. 9, pp. 41–67. Toronto: University of Toronto 2008
- HÖLLERMANN, P.: Probleme der rezenten geomorphologischen Höhenstufung im Rahmen einer vergleichenden Hochgebirgsgeographie. In: *Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen*. 40. Deutscher Geographentag Innsbruck 1975. S. 61–75. Wiesbaden 1976
- HUMPHREY, C., and SNEATH, D. (Eds.): The End of Nomadism? Society, State and the Environment in Inner Asia. Durham, Cambridge: Duke University Press 1999
- HUNTINGTON, E.: The mountains of Turkestan. *The Geographical Journal* 25, 22–41, 138–158 (1905)
- JAECKEL, D.: Die Nordwestgrenze in der Verteidigung Indiens 1900–1908 und der Weg Englands zum russisch-britischen Abkommen von 1907. Köln, Opladen: Westdeutscher Verlag 1968
- KLIMKEIT, H.-J.: Die Seidenstraße. Handelsweg und Kulturbrücke zwischen Morgen- und Abendland. Köln: DuMont 1988
- KOSHKAKI, MAWLAWI BORHÂN AL-DÏN KHÂN: Qataghan et Badakhshân. Description du pays d'après l'inspection d'un ministre afghan en 1922 (translated into French by Marguerite REUT). CNRS Centre de Recherches Archéologiques, Publications de l'URA no. 10. Mémoire no. 3 (= Travaux de l'Institut d'Etudes Iraniennes de l'Université de la Sorbonne Nouvelle 10). Tome I: Traduction, avec 35 cartes. Tome II: Texte persan et 35 cartes en fac-similé. Paris: CNRS 1979
- KREUTZMANN, H.: Mobile Viehwirtschaft der Kirgisen am Kara Köl. Wandlungsprozesse an der Höhengrenze der Ökumene im Ostpamir und im westlichen Kun Lun Shan. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 139/3, 159–178 (1995)

- KREUTZMANN, H.: Ethnizität im Entwicklungsprozeß. Die Wakhi in Hochasien. Berlin: Reimer 1996
- KREUTZMANN, H.: Livestock economy in Hunza. Societal transformation and pastoral practices. In: EHLERS, E., and KREUTZMANN, H. (Eds.): High Mountain Pastoralism in Northern Pakistan. *Erdkundliches Wissen 132*, pp. 89–120. Stuttgart: Franz Steiner 2000
- KREUTZMANN, H.: Gorno-Badakhshan: Experimente mit der Autonomie – Sowjetisches Erbe und Transformation im Pamir. *Internationales Asienforum 33/1–2*, 31–46 (2002)
- KREUTZMANN, H.: Ethnic minorities and marginality in the Pamirian knot. Survival of Wakhi and Kirghiz in a harsh environment and global contexts. *The Geographical Journal 169/3*, 215–235 (2003)
- KREUTZMANN, H.: Pastoral practices and their transformation in the North-Western Karakoram. *Nomadic Peoples 8/2*, 54–88 (2005)
- KREUTZMANN, H.: Geographical research in Chinese Central Asia: Aims and ambitions of international explorers in the 19th and 20th centuries. *Die Erde 138/4*, 369–384 (2007a)
- KREUTZMANN, H.: The Wakhi and Kirghiz in the Pamirian Knot. In: BROWER, B., and JOHNSTON, B. R. (Eds.): *Disappearing Peoples? Indigenous Groups and Ethnic Minorities in South and Central Asia*; pp. 169–186. Walnut Creek: Left Coast Press 2007b
- KREUTZMANN, H.: Afghanistan and the opium world market – poppy production and trade. *Iranian Studies 40/5*, 605–621 (2007c)
- KRUSCHE, R.: Die Nomaden in Geschichte und Gegenwart. Beiträge zu einem internationalen Nomadismus-Symposium am 11. und 12. Dezember 1975 im Museum für Völkerkunde Leipzig. Veröffentlichungen des Museums für Völkerkunde zu Leipzig 33. Berlin: Akademie-Verlag 1981
- LEDER, S., and STRECK, B. (Eds.): *Shifts and Drifts in Nomad-Sedentary Relations*. Wiesbaden: Reichert 2005
- MALIK, A., and PIRACHA, M.: Economic transition in Hunza and Nager Valleys. In: KREUTZMANN, H. (Ed.): *Karakoram in Transition. Culture, Development and Ecology in the Hunza Valley*; pp. 370–381. Oxford, New York, Karachi: Oxford University Press 2006
- NARZIKULOV, I. K., and STANJUKOVIC, K. V. (Eds.): *Atlas Tadzikskej sovjetskij socialistscheskej respubliki*. Dushanbe, Moskau: Akadernia Nauk Tadzikskej SSR (= Akademie der Wissenschaften der Tadschikischen SSR. Rat zur Untersuchung der Produktivkräfte) 1968
- MOMMSEN, W. J.: Das Britische Empire. Strukturanalyse eines imperialistischen Herrschaftsverbandes. *Historische Zeitschrift 233*, 317–361 (1981)
- OLIMOVA, S., and BOSCH, I.: *Labour Migration from Tajikistan*. Dushanbe: Mission of the Internat. Organization for Migration 2003
- OLUFSEN, O.: *Trough the Unknown Pamirs. The Second Danish Pamir Expedition 1899–1899*. London: Heinemann 1904 (reprint: New York 1969)
- OSTERHAMMEL, J.: *Die Entzauberung Asiens. Europa und die asiatischen Reiche im 18. Jahrhundert*. München: C. H. Beck 1998
- PEARCE, D. W.: Economics, equity, and sustainable development. *Futures 20/6*, 598–605 (1988)
- RAO, A., and CASIMIR, M. J.: *Nomadism in South Asia (Oxford India Readings in Sociology and Social Anthropology)*. New Delhi: Oxford University Press 2003
- RATZEL, F.: Die Anwendung des Begriffs „Ökumene“ auf geographische Probleme der Gegenwart. *Berichte über die Verhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaft zu Leipzig, Philologisch-Historische Classe 40/II*, 137–180 (1888)
- SCHLEE, G.: Erfahrungen nordkenianischer Wanderhirten mit dem kolonialen und postkolonialen Staat. In: SCHOLZ, F. (Ed.): *Nomaden – Mobile Tierhaltung. Zur gegenwärtigen Lage von Nomaden und zu den Problemen und Chancen mobiler Tierhaltung*. S. 131–156. Berlin: Das Arabische Buch 1991
- SCHLEE, G.: Forms of Pastoralism. In: LEDER, S., and STRECK, B. (Eds.): *Shifts and drifts in nomad-sedentary relations. (Nomaden und Sesshafte Series 2)* S. 17–53. Wiesbaden: Reichert 2005
- SCHOLZ, F. (Ed.): *Nomaden – Mobile Tierhaltung. Zur gegenwärtigen Lage von Nomaden und zu den Problemen und Chancen mobiler Tierhaltung*. Berlin: Das Arabische Buch 1991
- SCHOLZ, F.: *Nomadismus. Bibliographie*. Berlin: Das Arabische Buch 1992
- SCHOLZ, F.: *Nomadismus. Theorie und Wandel einer sozial-ökologischen Kulturweise*. *Erdkundliches Wissen 118*. Stuttgart: Steiner 1995
- SCHOLZ, F., and JANZEN, J. (Eds.): *Nomadismus – Ein Entwicklungsproblem. (Abhandlungen des Geographischen Instituts – Anthropogeographie 33)*. Berlin: Reimer 1982
- SCHULTZ, A. VON: *Volks- und wirtschaftliche Studien im Pamir*. *Petermanns Geographische Mitteilungen 56*, 250–254 (1910)
- SCHULTZ, A. VON: *Landeskundliche Forschungen im Pamir. (Abhandlungen des Hamburgischen Kolonialinstituts. Reihe C 33/4)*. Hamburg: Friederichsen 1916

- SCHWEIZER, G.: Zur Definition und Typisierung von Hochgebirgen aus der Sicht der Kulturgeographie. In: GRÖTZBACH, E., und RINSCHÉDE, G. (Eds.): Beiträge zur vergleichenden Kulturgeographie der Hochgebirge. Eichstätter Beiträge 12, 57–72. Regensburg: Pustet 1984
- SEIFERT, A. C.: Risiken der Transformation in Zentralasien. Das Beispiel Tadschikistan. (Mitteilungen des Deutschen Orient-Instituts 64). Hamburg: Deutsches Orientinstitut 2002
- SHAHRAANI, M. N.: The Kirghiz and Wakhi of Afghanistan. Adaptation to Closed Frontiers. Seattle, London: University of Washington Press 1979a
- SHAHRAANI, M. N.: Ethnic relations under closed frontier conditions: Northeastern Badakhshan. In: MCCAGG, W., and SILVER, B. (Eds.): Soviet Asian Ethnic Frontiers; pp. 174–192. New York: Pergamon Press 1979b
- TROLL, C.: Studien zur vergleichenden Geographie der Hochgebirge der Erde. Bericht der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Universität Bonn. Bonner Mitteilungen 21, 49–96. Bonn: Gebr. Scheur 1941
- TROLL, C.: Die tropischen Gebirge, ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. Bonner Geographische Abhandlungen 25 (1959)
- TROLL, C.: Die dreidimensionale Landschaftsgliederung der Erde. In: LEIDLMAIR, A. (Ed.): Hermann-von-Wissmann-Festschrift. S. 54–80. Tübingen: Geographisches Institut der Universität Tübingen 1962
- TROLL, C.: Vergleichende Geographie der Hochgebirge in landschaftsökologischer Sicht. Geographische Rundschau 27, 185–198 (1975)
- UHLIG, H.: Der Anbau an den Höhengrenzen der Gebirge Süd- und Südostasiens. In: JENTSCH, C., und LIEDTKE, H. (Eds.): Höhengrenzen in Hochgebirgen. Arbeiten aus dem Geographischen Institut des Saarlandes 29, 279–310 (1980)
- WALLERSTEIN, I.: Das moderne Weltssystem: Kapitalistische Landwirtschaft und die Entstehung der europäischen Weltwirtschaft im 16. Jahrhundert. Frankfurt (Main): Syndikat 1986
- WALLERSTEIN, I.: Evolution of the Modern World System. In: PREYER, G. (Eds.): Strukturelle Evolution und das Weltssystem. Theorien, Sozialstruktur und evolutionäre Entwicklung. S. 305–315. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1998
- WU CH'ÉNG-ÊN: Die Pilgerfahrt nach dem Westen. Rudolstadt: Greifenverlag 1962
- WU CHENG'EN: Journey to the West. 3 Vol. Beijing: Foreign Languages Press 1982

Prof. Dr. Hermann KREUTZMANN
Freie Universität Berlin
Zentrum für Entwicklungsländerforschung
Malteserstraße 74-100
Gebäude K
12249 Berlin
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 30 83870224
Fax: +49 30 83870757
E-Mail: h.kreutzmann@fu-berlin.de

Festakt zur Ernennung der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina zur Nationalen Akademie der Wissenschaften

Ceremony to Mark the Nomination of the German Academy of Sciences Leopoldina to the National Academy of Sciences

Nova Acta Leopoldina N. F., Bd. 98, Nr. 362

Herausgegeben vom Präsidium der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina
(2009, 76 Seiten, 50 Abbildungen, 21,95 Euro, ISBN: 978-3-8047-2551-5)

Die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina wurde am 14. Juli 2008 im Rahmen eines Festaktes in Halle zur Nationalen Akademie der Wissenschaften ernannt. Damit erhielt Deutschland – wie andere europäische Länder oder die USA – eine Institution, die Politik und Gesellschaft wissenschaftsbasiert berät und die deutsche Wissenschaft in internationalen Gremien repräsentiert. Der Band dokumentiert den Festakt mit der Übergabe der Ernennungsurkunde durch die Vorsitzende der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz und Bundesministerin für Bildung und Forschung Annette SCHAVAN. Er enthält die Reden von Bundespräsident Horst KÖHLER, Sachsens-Anhalts Ministerpräsident Wolfgang BÖHMER und Leopoldina-Präsident Volker TER MEULEN sowie den Festvortrag „Rolle und Verantwortung nationaler Akademien der Wissenschaften“ von Jules A. HOFFMANN, Präsident der Académie des sciences, Paris. Der Aufbau einer Nationalen Akademie ist ein richtungsweisender Schritt für die deutsche Forschungslandschaft, da für den kontinuierlichen Dialog von Wissenschaft und Politik eine solche Einrichtung erforderlich wurde. Der Publikation ist eine DVD mit dem Mitschnitt der Festveranstaltung beigelegt.

Holozäne Umwelt- und Kulturentwicklung in der nördlichen Atacama (mit einem Exkurs zum „Neodeterminismus-Paradigma“)

Bertil MÄCHTLE und Bernhard EITEL (Heidelberg)

Mit 7 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Am östlichen Rand der nördlichen Atacama-Wüste (Palpa-Region, Südperu, 14,5 °S) haben geowissenschaftliche Untersuchungen gezeigt, dass die Ausbildung der präkolumbischen Kulturen sehr stark durch Klimaschwankungen beeinflusst wurde. Perioden mit beschleunigter kultureller Entwicklung fallen chronologisch mit Umweltveränderungen zusammen. Nach tausenden von Jahren einer Graslandumwelt verursachte eine Ostwärtsverlagerung des Wüstenrandes die Entstehung von agrarischen Besiedelungen entlang der Flussoasen während der Paracas-Kultur (~ 800 – 200 vor unserer Zeit). Die zunehmende Aridisierung kulminierte im Zusammenbruch der Nasca-Kultur (um 650 n. Chr.). Die folgende Trockenperiode dauerte bis zum 13. Jahrhundert. Dann, während der *Late Intermediate Period*, eroberte die Bevölkerung des Hochlandes wieder die Flussoasen in der Fußzone der Anden und im Vorland. Wassernutzungssysteme zeigen erneut ein Anwachsen des Niederschlages auf 150 mm im Jahr, im Andenvorland noch nach 1200 n. Chr. Die Wüstenränder verlagern sich für einige hundert Jahre nach Westen. Klimaveränderungen führen zu einer vollständigen Umweltänderung im 17. Jahrhundert, als die Wüsten sich erneut ausbreiten und das Geoökosystem sich zur Wüste wandelt. Das Mensch-Umwelt-System folgt in der Palpa-Region vergleichbaren Mustern, wie sie für die Alte Welt berichtet werden. Dies erlaubt die Hypothese, dass eine enge Beziehung zwischen dem Menschen und seiner Umwelt existiert, wie es das neodeterministische Paradigma von ISSAR und ZOHAR (2004) ausweist.

Abstract

At the eastern margin of the northern Atacama Desert (Palpa region, southern Peru, 14.5 °S), geoscientific investigations have shown that the formation of Pre-Columbian cultures was strongly influenced by climate changes. Periods with accelerated cultural development coincide chronologically with environmental changes. After thousands of years of grassland environment, an eastward shift of the desert margin triggered the establishment of agricultural settlements along the river oases and the societal progress during the Paracas culture ~ 800 BCE – 200 BCE. Accelerated aridization culminated in the collapse of the Nasca culture ~ 650 AD. The following very dry period lasted not longer than the 13th century AD. Then, during the Late Intermediate Period, people from the highlands reoccupied the river oases in the Andean footzone and foreland. Water harvesting systems indicate again an increase in precipitation up to 150 mm per year, even in the Andean foreland after ~ 1200 AD. The desert margin shifted far to the west for a few hundred years. Climate changes led to complete environmental turn-over in the 17th century, when the desert expanded again and geoeosystems changed to desert. The man-environment system in the Palpa region follows similar patterns as they are reported from the Old World. Therefore, this allows the hypothesis that there exists a strong relationship between man and his environment as it is expressed as neodeterministic paradigm by ISSAR and ZOHAR (2004).

Untersuchungen zur holozänen Umwelt- und Kulturentwicklung am Ostrand der nördlichen Atacama (Südperu) zeigen, dass einerseits die Entstehung komplexer menschlicher Gesellschaften am Wüstenrand eng mit hygrischen Fluktuationen zusammenfällt. Damit verbunde-

ne räumliche Verlagerungen des Wüstenrandes führten andererseits aber auch zum Untergang ganzer Kulturen, da die menschliche bzw. die gesellschaftliche Adaptionsfähigkeit nicht mit der zusammenbrechenden ökologischen Tragfähigkeit Schritt halten konnte.

1. Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten erbrachte die Untersuchung von Gletschern, Eisbohrkernen und Tiefseesedimenten wichtige Erkenntnisse zum globalen Klimawandel. Diese Eingangsdaten bieten die Grundlage für die Modellierung insbesondere thermischer Klimaänderungen. Die regionalen, vor allem aber die hygrischen Auswirkungen sind dagegen noch weitgehend unklar. Die Trockengebiete und besonders die Wüstenränder der Erde verhalten sich sehr sensitiv gegenüber Feuchteschwankungen der Erdatmosphäre (z. B. EITEL et al. 2005, EITEL 2007, PACHUR und ALTMANN 2006). Sie können geradezu als „Frühwarnsystem“ verstanden werden, denn ihre Geoökosysteme reagieren besonders schnell und drastisch, selbst auf geringe Veränderungen der Niederschlagsmenge.

Ein Defizit der aktuellen Forschung ist damit klar umschrieben: Wir erfahren zwar zunehmend mehr über die thermischen Veränderungen des Globalklimas, deren Auswirkungen auf hydrologische Fluktuationen bleiben aber aufgrund der schwierigen Beschreibung der Ozean-Atmosphäre-Kopplung und der Wolkenbildung nur wenig verstanden. Die Folgen eines quantitativ sowohl zeitlich als auch räumlich veränderten Wasserkreislaufs betreffen die Trockengebiete jedoch ganz unmittelbar (Abb. 1). Die geringe Resilienz und die damit hohe Sensitivität dieser Räume gegenüber Umweltveränderungen zwingt also die Menschen zur Anpassung. Nicht ohne Grund werden etwa 60% der Katastrophenopfer in den Trockengebieten gezählt (ISDR 2004).

Es erscheint überraschend, dass gerade die semiariden Gebiete zu den ältesten festen Siedlungsräumen des Menschen gehören, ja, dass sie geradezu Hotspots der Kulturentwicklung darzustellen scheinen (EITEL 2007), denn gerade die hohe Sensitivität gegenüber hygrischen Fluktuationen sowie anthropogenen Eingriffen macht sie zu Hochrisikogebieten der menschlichen Besiedlung. In dieser Umgebung, deren Bewohnern immer wieder der Verlust der menschlichen Lebensgrundlagen droht, wird die Innovationsfähigkeit des Menschen offenbar besonders beflügelt. Solch grundlegende gesellschaftliche Veränderungen wie die Sesshaftwerdung, die Erfindung der Keramikherstellung, Domestizierung und Weidewirtschaft, die Entwicklung des Ackerbaus und später des Bewässerungsfeldbaus, die Entwicklung einer arbeitsteiligen Gesellschaft bis hin zur Bildung städtischer Zentren setzten durchweg am Wüstenrand ein. Bekannt ist dies im altweltlichen Trockengürtel. Während günstige naturräumliche Rahmenbedingungen die früh- bis mittelholozäne Kulturentwicklung erst ermöglichten (BLÜMEL 2006), war später nur durch die Adaptionsfähigkeit des Menschen der Fortbestand dieser Hochkulturen unter ungünstigeren, d. h. trockeneren Verhältnissen möglich. Das entstandene Defizit an ökologischer Tragfähigkeit des Umweltsystems wurde durch Adaptionen aufgefangen. In Regionen, wo Umweltveränderungen und Innovationen nicht miteinander Schritt hielten, ging der Siedlungsraum der Kulturen verloren. Abwanderung und Zusammenbruch der Kulturen waren die Folge, wenn Systeme ihre inneren Schwellenwerte ökologischer Belastbarkeit überschritten.

Ist es Zufall, dass die frühe Ausdifferenzierung von Gesellschaften ihren Ursprung mit in den Wüstenrandgebieten hat oder haben hygrische Fluktuationen dort ganz wesentlich die-



Abb. 1 Die Flussoase des Rio Grande in der südperuanischen Küstenwüste. In starker Abhängigkeit von der Verfügbarkeit der Ressource Wasser entwickelten sich während der letzten fünf Jahrtausende immer komplexere präkolumbische Kulturen im Oszillationsbereich des östlichen Wüstenrandes der Atacama. Hier am Rand der Oase fand man die ältesten Spuren von Sesshaftigkeit an der Südküste Perus. Um 3800 v. Chr. siedelten bei Pernil Alto die ersten Menschen (Initialzeit; REINDEL 2009, siehe Abb. 2).

se Entwicklung stimuliert? Die Autoren dieses Beitrages untersuchten diese These in der nördlichen Atacama-Wüste, einem der Zentren früher Hochkulturen entlang der Pazifikküste des südamerikanischen Kontinents (Abb. 2). Hier, entlang eines neuweltlichen Wüstenrandes, vollzogen sich unabhängig von den Entwicklungen in der Alten Welt ähnliche gesellschaftliche Veränderungen. Im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes „Neue Technologien in den Geisteswissenschaften“ (Projektverbund „Nasca“, FKZ 03EIX1VP) wurden in einer großen interdisziplinären Arbeitsgruppe die paläoökologisch-landschaftsgeschichtlichen Vorgänge vor allem durch Auswertung verschiedener Geoarchive mit geomorphologischen, geoarchäologischen, geophysikalischen Untersuchungen und numerischen Datierungen rekonstruiert und mit archäologischen Befunden verknüpft, um die Mensch-Umwelt-Beziehungen während der letzten Jahrtausende verstehen zu können. In dieser Überblicksdarstellung werden die Ergebnisse der Arbeitsgruppe zusammengefasst, auf die umfangreichen Analyseergebnisse, die dem Ganzen zugrunde liegen, wird vor allem auf die gemeinsame Publikation unter der Herausgeberschaft von M. REINDEL und G. A. WAGNER (2009) *New Technologies for Archaeology – Multidisciplinary Investigations in Palpa and Nasca, Peru* – verwiesen.

2. Der Naturraum der nördlichen Atacama

Die schärfsten Grenzen zwischen Wüste und semiaridem Grasland in ganz Südamerika treten in der Küstenwüste Perus auf. Während im Norden periodische El-Niño-Ereignisse episodisch zu konvektiven Niederschlägen in der Wüste führen können (und umgekehrt La-Niña-Ereignisse noch mehr Trockenheit an der Küste und verstärkte Niederschläge im Hochland

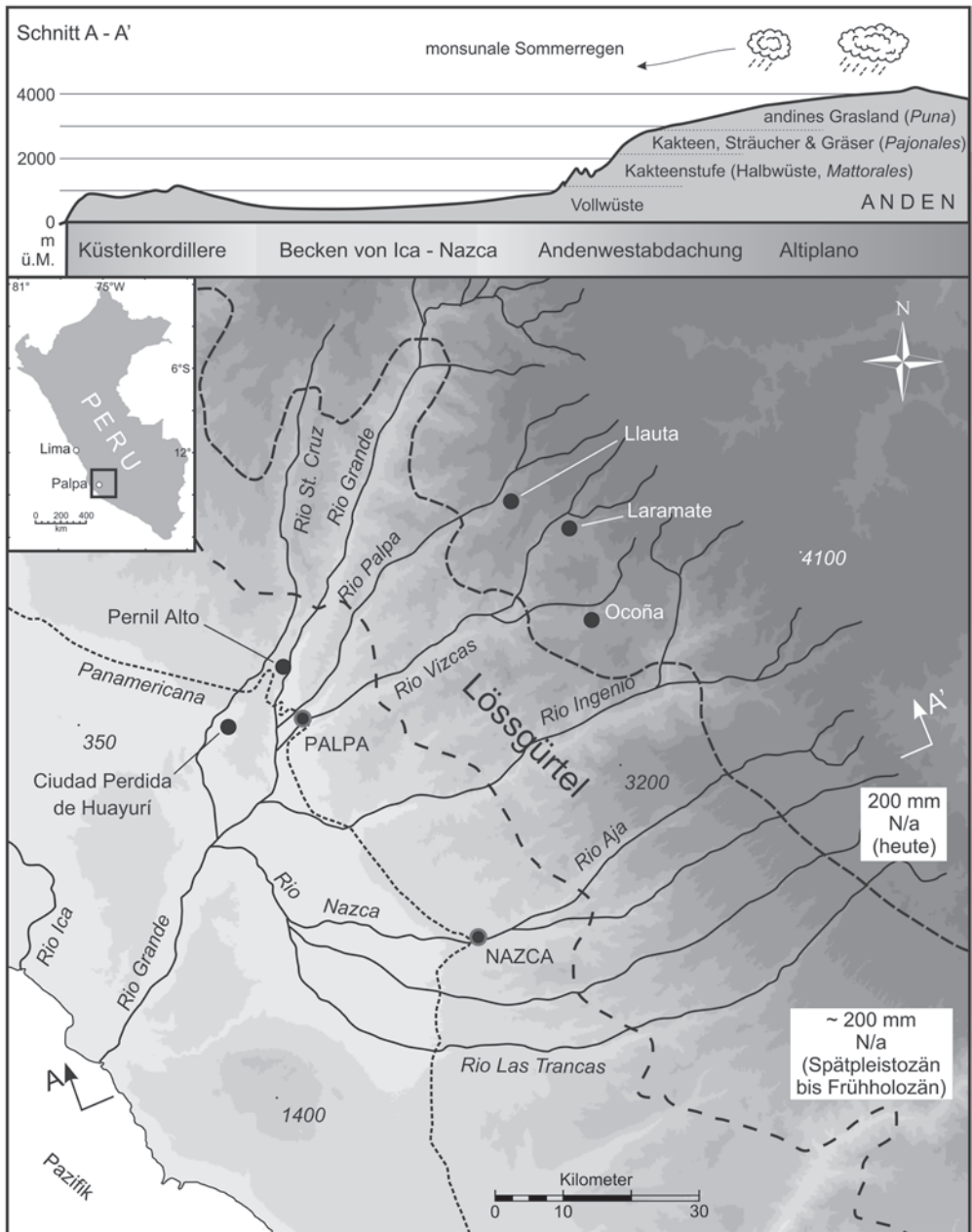


Abb. 2 Übersicht über die Region Palpa. Die Westabdachung der Anden wird von den letzten Ausläufern monsunaler Sommerregen erreicht. Mit abnehmender Höhenlage erfolgt auf kurzer Horizontalabstand der Übergang vom semiariden andinen Hochland in die Vollwüste. Entlang der Flussoasen um Palpa und Nasca befand sich eines der Zentren der Kulturentwicklung Perus.

bringen), bleibt die Küstenwüste Südperus trotz ozeanischer El-Niño-Lagen hyperarid (CAVIEDES 2005, MÄCHTLE 2007, TANAKA et al. 2004). Die Ursachen gehen auf das hier besondere Zusammenspiel ozeanischer, klimatischer und orographischer Effekte zurück (Abb. 3).

Zum einen ist der Küstenraum durch die Barriere der Anden von direkter Feuchtezufuhr aus dem feuchteren Osten des Kontinents abgeschnitten. Feuchte Luftmassen können die Anden zwar konvektiv überqueren und regnen über dem Altiplano ab. Auf der Westseite der Anden kommen sie jedoch in den Einflussbereich des südpazifischen Hochs, wodurch die Konvektion zusammenbricht und die Niederschläge sehr schnell abnehmen. Die resultierende stabile Luftmassenschichtung wird noch verstärkt durch die ganzjährig aus dem Osterinsel-Hoch zum Äquator hin ausströmenden Winde, die weiter nördlich in den Passat übergehen.

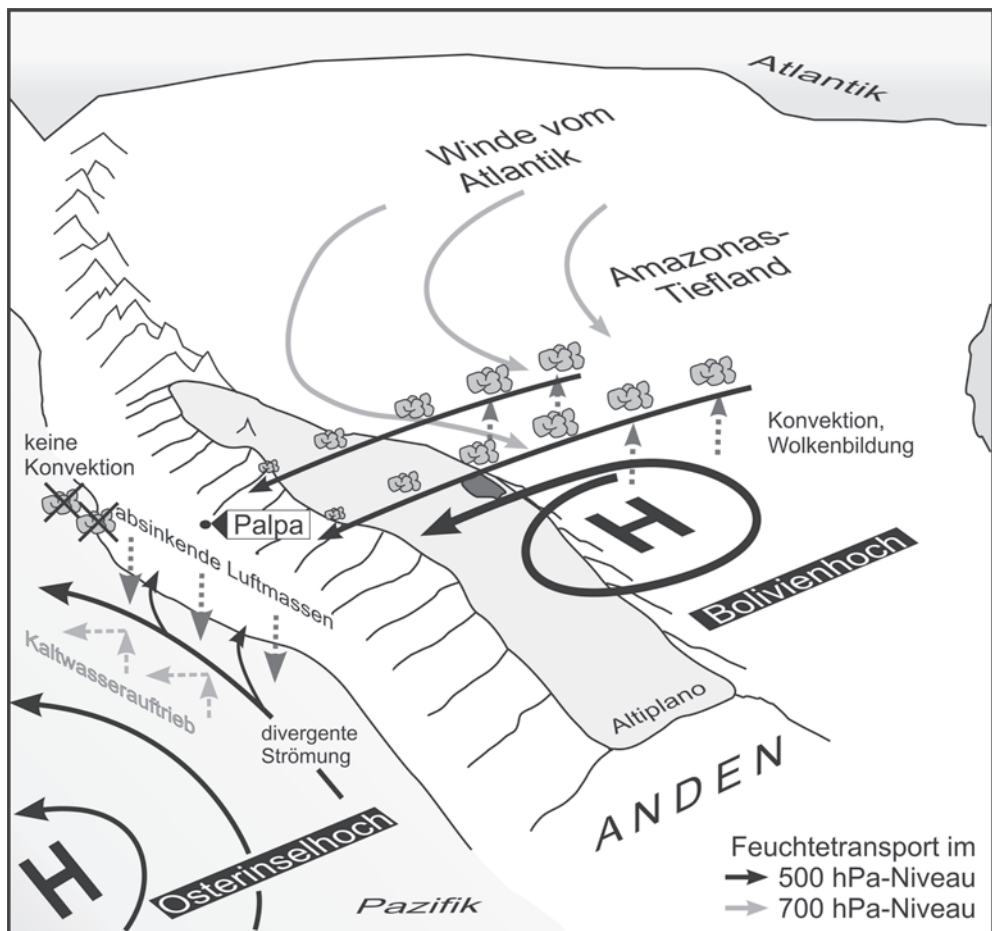


Abb. 3 Ursachen der Trockenheit des peruanischen Küstenstreifens. Angetrieben vom Bolivien-Hoch gelangen feuchte monsunale Luftmassen über die Anden. Der Luftmassenabstieg an der Andenwestflanke sowie die vom Osterinsel-Hoch ausgehenden, an der Küste divergierenden und damit ebenfalls absinkenden Winde führen zu einer stabilen Atmosphärenschichtung. Diese wird durch die Abkühlung der Luftmassen über dem kalten Auftriebswasser der Humboldt-Zirkulation von der Küste noch verstärkt. Niederschläge werden so wirksam unterbunden (MÄCHTLE 2007).

Der Rauigkeitsunterschied zwischen dem Pazifik und der angrenzenden Landmasse führt zu einer Strömungsdivergenz und damit zu einer Verstärkung der absinkenden Luftbewegung. Pazifische Luftmassen kühlen durch den Kontakt mit dem kalten Auftriebswasser der Humboldt-Zirkulation zudem noch ab. Konvektionserscheinungen werden damit auch von Westen her unterbunden. Der Küstenstreifen kann in steileren Abschnitten lediglich Nebelniederschläge erhalten, die extrem expositionsabhängig zur saisonalen Entwicklung einer Loma-Vegetation führen. Das ozeanische El-Niño-Ereignis, also der Warmwasservorstoß nach Süden, der im Norden Perus konvektive pazifische Niederschläge auslöst, ist vor Südperu jedoch nicht wirksam genug, mit warmfeuchter Luft die stabile Luftschichtung zu durchbrechen, so dass auch während dieser ozeanischen Ereignisse in der Küstenwüste Südperus kein Regen fallen kann.

Die zentrale südperuanische Küstenwüste, die bis nördlich der Breite von Arequipa noch von Ausläufern pazifischer Winterregen erreicht werden kann, ist permanent hyperarid und erhält lediglich am Ostrand durch monsunale Regen, die die Anden überwinden, geringe Niederschläge. Diese fallen im Sommer bis in die Andenfußzone, da sich dann durch die saisonale Aufheizung der Altiplanohochfläche das Bolivien(höhen)-Hoch entwickelt, das auf seiner Vorderseite feuchte Luftmassen nach Westen strömen lässt (Abb. 3). Das Alter der Atacama (DUNAI et al. 2005) und die Persistenz der kalten Auftriebszirkulation vor der Küste lassen erwarten, dass sich an diesen Verhältnissen seit dem ersten Auftreten des Menschen nichts grundlegend geändert hat.

3. Koinzidenzen: Landschaftsgeschichte und präkolumbische Kulturentwicklung in der Region Palpa

Die Küstenwüste der nördlichen Atacama ist seit Jahrtausenden ein Siedlungsraum der indigenen Bevölkerung Südamerikas (Abb. 1 und Tab. 1). Wenige Fremdlingsflüsse, die von Niederschlägen im östlich angrenzenden semiariden Hochland der Anden gespeist werden, durchqueren die Wüste hin zum Pazifischen Ozean. Der ökologische Gunstraum in dieser hyperariden Umwelt sind so die Flussoasen, die die Lebensgrundlage für verschiedene präkolumbische Kulturen Perus boten (Tab. 1). In Nordperu zählen dazu die Moche, in Südperu und insbesondere im Arbeitsgebiet, der Region Palpa, die Kulturen der Paracas und Nasca (REINDEL 2004). Berühmt geworden sind sie durch ihre Großbauten bzw. Geoglyphen.

Im Arbeitsgebiet um Palpa findet sich eine Vielzahl von Geoarchiven, die auf feuchtere Phasen in der heute hyperariden Region schließen lassen. Die wichtigsten Befunde werden nachfolgend zusammengefasst. Prägend für das Landschaftsbild der Küstenwüste sind ausgedehnte Fußflächen, die an der Andenwestabdachung ansetzen. Sie sind das älteste Zeugnis quartärer Landschaftsformung. Die Bildung der Fußflächen während einer semiariden Phase endet vor ca. 45 000 Jahren vor heute (EITEL et al. 2005). In einer anschließenden erosiven Phase tiefen sich die Fremdlingsflüsse episodisch in diese Ablagerungen ein, aridere Verhältnisse lassen keine Flächenspülung oder Schichtfluten mehr zu. Der Wüstenrand verlagert sich nach Osten in die Andenwestabdachung hinein. Vor ca. 13 000 Jahren vor heute oszilliert der Wüstenrand wieder in Richtung Küste. Schuttströme dokumentieren diese erneute geomorphologisch aktive Phase. Um Palpa finden sich Schnecken der Gattungen *Pupoides* und *Scutalus*, zwischen 13 400 und 10 900 Jahren vor heute alt (MÄCHTLE et al. 2009b). Sie zeigen die damalige Entwicklung einer Kakteenhalbwüste bis hin zu einer trockenen Gras-

Tab. 1 Zeitliche Stellung der präkolumbischen Kulturen im Raum Palpa (nach UNKEL et al. 2007, verändert)

	JAHR	PERIODE	KULTUREN	PHASEN	KERAMIKSTIL	FUNDORTE	
n. Chr.	1535 n. Chr.	SPÄTER HORIZONT	Inka / Ica		Inka / Ica		
1200	1155 n. Chr.	SPÄTE ZWISCHENPERIODE	Ica		Ica	Ciudad Perdida de Huayurí	
1000							
800	820 n. Chr.	MITTLERER HORIZONT	Wari		Chakipampa		
690 n. Chr.					Loro (Nasca 8)		
630 n. Chr.							
600	605 n. Chr.	FRÜHE ZWISCHENPERIODE	Nasca	Spät	Nasca 7		
440 n. Chr.					Nasca 6		
400	325 n. Chr.				Mittel	Nasca 4, 5	
200					Früh	Nasca 2, 3	
± 0	90 n. Chr.	ÜBERGANG	Initial Nasca		Nasca 1 Ocucaje 10		
- 200	120 v. Chr.						
- 400	280 v. Chr.	FRÜHER HORIZONT	Paracas	Spät	Ocucaje 8, 9		
	360 v. Chr.						
	385 v. Chr.				Mittel	Ocucaje 5, 6, 7	
- 600	525 v. Chr.						
	570 v. Chr.			Früh	Ocucaje 3, 4	Pernil Alto	
- 800	800 v. Chr.						
	890 v. Chr.	INITIALZEIT			Puerto Nuevo Disco Verde Hacha	Pernil Alto	
- 1000	1140 v. Chr.						
- 1500	2895 v. Chr.	ARCHAIKUM			keine Keramik	Pernil Alto	
- 3000							
- 4500 v. Chr.	3805 v. Chr.						

landschaft bei Niederschlägen von 150–250 mm/a an. In dieser Lebensumwelt, die sich vom Andenfuß bis auf die äußersten Ausläufer des Altiplano erstreckt, lagern sich bis zu einem Meter mächtige Wüstenrandlöss ab. OSL-Datierungen belegen ein Alter dieser holozänen Lössen zwischen 11 000 und 4000 Jahren (EITEL et al. 2005, KADEREIT in MÄCHTLE 2007). Anschließend lichtet sich die Graslandschaft, die Lösssedimentation endet.

Die archäologischen Befunde aus der Region dokumentieren verschiedene Umbruchsphasen im Verlauf der Kulturentwicklung während der letzten Jahrtausende. Zwischen dem 8. und 4. Jahrtausend v. Chr. lebten an der peruanischen Küste Jäger und Sammler. Erste Spuren von Sesshaftigkeit finden sich schon im Archaikum um 3800 v. Chr. (REINDEL 2009). Während der Periode des sogenannten „Frühen Horizontes“ (Tab. 1), beginnt um 800 v. Chr. mit der Kultur der Paracas die Blütezeit der Küstenkulturen in diesem Raum. Daran schließt sich unmittelbar die „Frühe Zwischenperiode“ mit der Nasca-Kultur an. Im Bereich der Flusstäler kommt es zur Bildung verschiedener Terrassen und zur Ablagerung von Hochflutlehmen. Untersuchungen zur Siedlungsverteilung haben ergeben, dass sich im Laufe der Zeit der Siedlungsschwerpunkt der Nasca immer mehr flussaufwärts verlagerte. Um 650 n. Chr. endet die intensive Besiedlung der Flussoasen im Raum Palpa-Nasca, die Zahl der Siedlungen geht stark zurück und neue stilistische Einflüsse aus dem andinen Hochland bestimmen die Keramik der verbliebenen Bewohner während der Zeit des „Mittleren Horizontes“. Diese Übergangsphase ist noch einmal durch die Sedimentation von Hochflutlehmen gekennzeichnet. Anschließend kommt die fluviale Dynamik zum Erliegen.

Um 1200 n. Chr. setzt während der sogenannten „Späten Zwischenperiode“ eine schnelle und intensive Wiederbesiedlung der Flussoasen ein, die vermutlich bis zum Eintreffen der Spanier andauert. Die Bevölkerungsmehrheit wandert aus dem Hochland ein und vermischt sich mit der einheimischen Restbevölkerung des Tieflandes, wie populationsgenetische Untersuchungen eindeutig belegen (FEHREN-SCHMITZ 2008). Die Bevölkerung während der Paracas- und der Nasca-Zeit setzt sich dagegen dominant aus Tieflandsbewohnern zusammen. Am Andenfuß im Bereich der Ciudad Perdida de Huayuri (Abb. 2 und 4) werden Anlagen zum „water harvesting“ errichtet (MÄCHTLE et al. 2009a). Aus ihrer Dimensionierung lässt sich ein lokaler Jahresniederschlag von etwa 150 mm errechnen, der ausreichend verlässlich sein muss, um den Anstoß zu dieser technischen Innovation zu geben. Die Anlagen werden noch erweitert, jedoch nicht mehr genutzt (Abb. 4). Die Siedlung wird aufgegeben.

Nach 1300 n. Chr. setzt eine starke fluviale Geomorphodynamik ein, gesteuert von der Anden-Hochregion. In dieser geomorphologischen Aktivitätsphase werden die unteren Terrassenniveaus der Flusstäler bei verschiedenen Hochflutereignissen überschüttet. Auch die trockenen Seitentäler werden durch Schuttströme erneut aktiviert. Der Wüstenrand verlagert sich dann wieder sukzessive nach Osten bis in seine heutige Position in der Andenwestabdachung.

4. Synthese

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse aus Geoarchiven und der archäologischen Befunde zeigt eine Vielzahl von zeitlichen Parallelen mit koinzidierten Umbruchsphasen: War der Naturraum während der früh- bis mittelholozänen Feuchtphase mit seiner Graslandschaft für die Jäger und Sammler des frühen und mittleren Archaikums noch nutzbar gewesen, so gibt die zunehmende Aridisierung, dokumentiert durch das Enden der Lösssedimentation, um ca. 2000 v. Chr. offenbar den Anstoß zu einem Rückzug auf die Flussoasen und zur Sess-

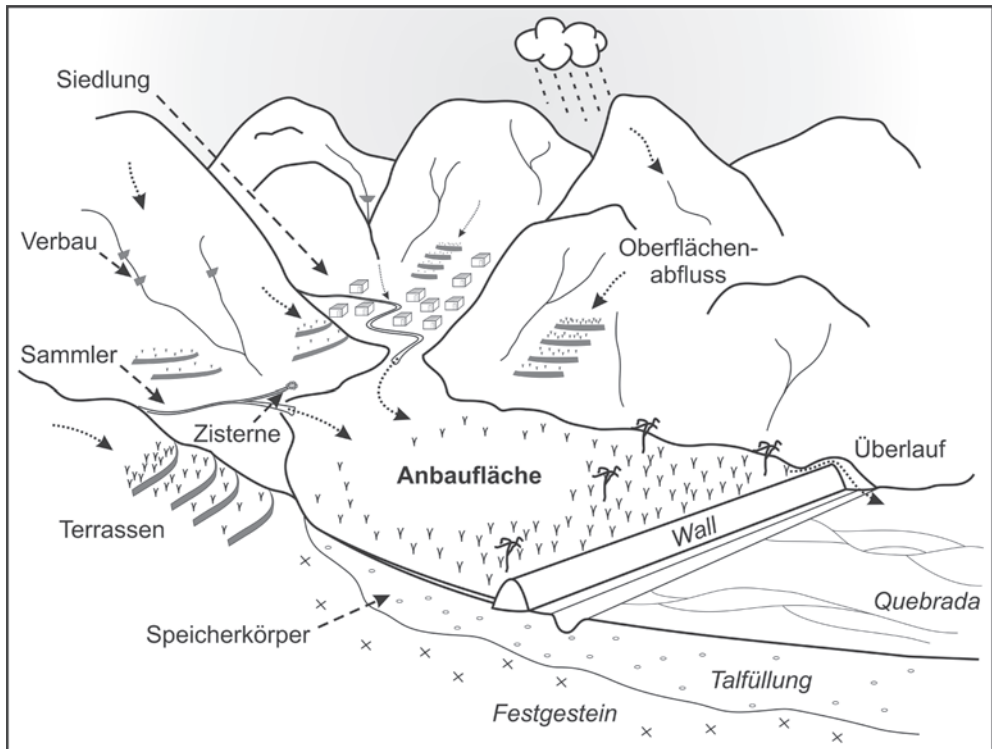


Abb. 4 Schematische Darstellung der Anlagen zum „water harvesting“ in der Ciudad Perdida de Huayurí (Späte Zwischenperiode, um 1200 n. Chr.). Der Oberflächenabfluss einzelner Niederschlagsereignisse am damaligen Wüstenrand wurde über Sammler der lockeren, sandigen Talfüllung zugeführt. Dort blieb das Wasser über Monate gespeichert und konnte die Anbaufläche speisen oder über Zisternen die Bewohner mit Wasser versorgen. Der Wall dient zum kurzfristigen Aufstauen des Oberflächenabflusses, der schnell versickert. Solche Anlagen sind u. a. aus der Thar-Wüste als „Khadins“ bekannt.

haftigkeit. In dieser sogenannten Initialzeit wird erstmals Keramik hergestellt (Tab. 1). Die ortsgebundene Lebensweise war bereits während der Zeit des Archaikums um 3800 v. Chr. aufgekommen, vermutlich entstand die Oasenwirtschaft in dieser klimatischen Gunstphase des postglazialen Wärmeoptimums wie in der Region des „Goldenen Halbmondes“ (BLÜMEL 2006, EITEL 2007). Die menschliche Aktivität konzentriert sich entlang der Flussoasen und entwickelt sich in der Paracas-Zeit zu einer arbeitsteiligen, spezialisierten Gesellschaft. Während der Nasca-Periode verlagert sich der Siedlungsschwerpunkt immer weiter talaufwärts in die Andenwestabdachung hinein, ein Zeichen für das Schwinden der Ressource Wasser. Diese zunehmende Aridisierung gipfelt um 650 n. Chr. im Zusammenbruch der Nasca-Kultur. Die Flüsse können nur noch wenige Siedler ernähren, das Hochland wird zum Zentrum der Ökumene.

Offenbar besteht ein Zusammenhang mit dem El-Niño-Phänomen: Nach REIN et al. (2004) nimmt die Frequenz dieser Ereignisse um das Ende der Nasca-Periode sprunghaft ab. Es ist davon auszugehen, dass der andere Extremzustand der Südlichen Oszillation, La Niña, ebenfalls seltener eintritt, wenn die Frequenz der südlichen Oszillation abnimmt. Damit fallen im

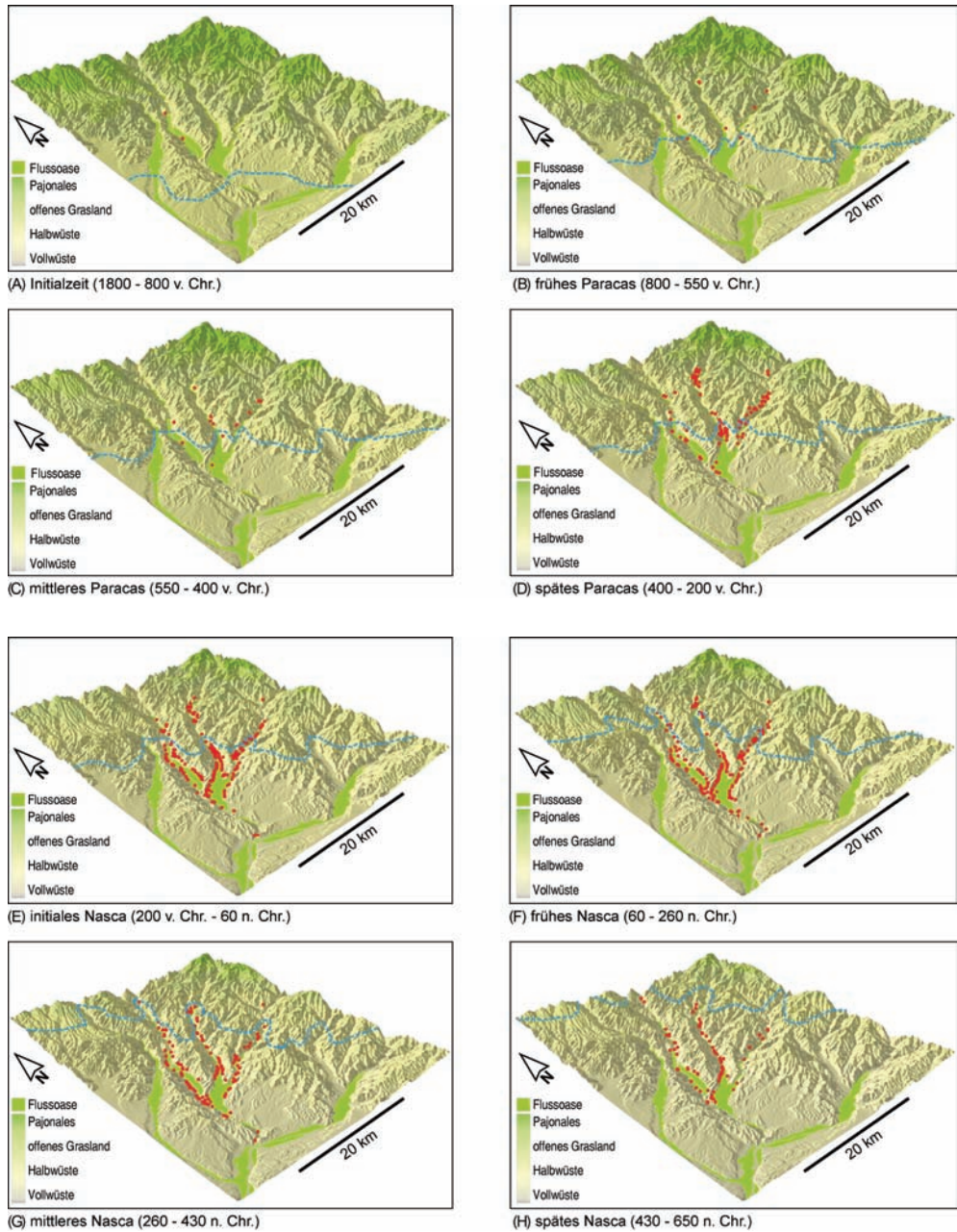


Abb. 5 (A–H) Siedlungsverteilung und Paläoumwelt von der Initialzeit bis heute (I–L auf gegenüberliegender Seite) (MÄCHTLE 2007). In Abhängigkeit von der Intensität sommerlicher monsonaler Niederschläge kam es zu Oszillationen des Wüstenrandes (blaue Linie) und zu Verlagerungen des Siedlungsschwerpunktes.

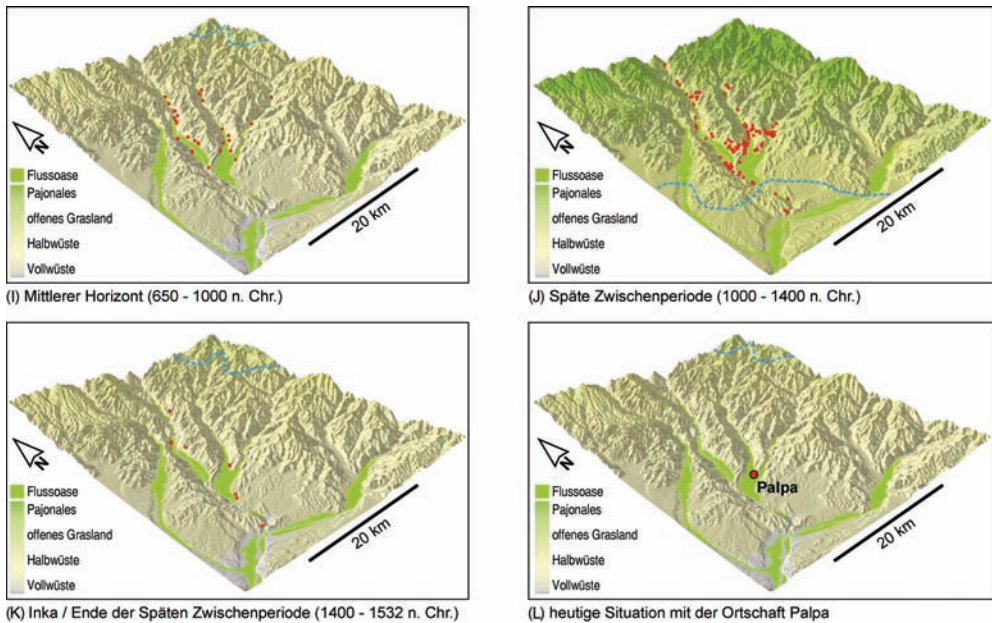


Abb. 5 (I–L) Siedlungsverteilung und Paläoumwelt von der Initialzeit bis heute (Fortsetzung) (MÄCHTLE 2007)

Quellgebiet der Fremdlingsflüsse (siehe Schnitt in Abb. 2), im andinen Hochland, seltener ergiebige Niederschläge (siehe Kapitel 2). Dieser Umstand ist für die Oasenwirtschaft bedeutend, da eine vergleichsweise geringe relative Steigerung der Niederschläge ein Vielfaches an Abfluss mit sich bringt, wobei sich die Grundwasserspeicher der Oasen wieder auffüllen. Die Konsequenz einer verminderten Frequenz der südlichen Oszillation sind damit seltener bis ausbleibende Hochflutereignisse und damit insgesamt trockenere Verhältnisse in den Oasen am Andenfuß. Die Befunde aus den fluvialen Geoarchiven stützen diese Hypothese: Zwischen 700 n. Chr. und 1300 n. Chr. kommt es in den Oasen um Palpa zu keinen Hochfluten mehr.

Während der Späten Zwischenperiode (Tab. 1) führen die Flüsse wieder verstärkt Wasser, der Wüstenrand ist weit zur Küste hin verschoben, wie die oasenferne Anlage von Höhengründungen und Einrichtungen zum *water harvesting* im Andenvorland zeigen. Die Menschen rücken vom Hochland her in den Gunstraum der Tieflandoasen vor. Anstoß könnte eine Verstärkung des Bolivien-Hochs sein, wodurch mehr Feuchtigkeit über die Anden nach Westen transportiert wird (siehe Kapitel 6). Schon bald oszilliert der Wüstenrand wieder nach Osten, und die Siedlungstätigkeit in der Ciudad Perdida muss wieder eingestellt werden. Vermutlich ist dafür eine Schwächung des Bolivien-Hochs und damit des Feuchtetransports verantwortlich, die aus einer Verminderung des Energieinputs durch die Sonne abgeleitet werden kann – eine Begründung für die Periode des Kälterückfalls der Kleinen Eiszeit (LEAN 1996). Damit fallen bis ins Andenvorland wieder weniger Niederschläge. Im Bereich der Flussoasen kommt es zu einer Vielzahl von Hochwasserereignissen. Als Ursache dafür kommt eine zunehmende Häufigkeit von La-Niña-Ereignissen in Frage, die einen verstärkten Abfluss der Fremdlingsflüsse mit sich bringen. Dies setzt wiederum eine höhere Frequenz von El Niño/La Niña voraus, die REIN et al. (2004) für die Zeit nach 1250 n. Chr. auch postulieren. Damit

wird der Rückgang der das Andenvorland erreichenden Niederschläge durch häufigere ergeibige Niederschläge im Hochland teilweise wieder kompensiert, und die Flussoasen selbst bleiben bis zum Eintreffen der Spanier im 16. Jahrhundert dicht bevölkert. Doch parallel zur abnehmenden Energiezufuhr auf dem Altiplano und einem damit insgesamt eingeschränkten Feuchtetransport geht offenbar auch die Wasserführung der Flüsse zurück, wie Untersuchungen aus dem Moquegua-Tal (Andenwestabdachung bei 17 °S) zeigen (zusammenfassend bei SATTERLEE et al. 2000). Dort verlagern sich, analog zum Geschehen während der Nasca-Periode in der Region Palpa, die Siedlungen immer mehr in Richtung Hochland. Für das Gebiet um Palpa wird diese Thematik derzeit archäologisch noch untersucht.

5. Exkurs zum „Neodeterminisums-Paradigma“

Die Befunde der verschiedenen Partner im BMBF-Projektverbund zeigen eindeutige zeitliche Koinzidenzen von naturräumlichen Veränderungen und gesellschaftlichen Umbrüchen in der initialen Kulturentstehung und der Kulturentwicklung der Paracas-Nasca-Späten-Zwischenperiode-Kulturen. Dies geschieht nach dem gleichen Muster, aber unabhängig von den Bedingungen und Prozessen in der Alten Welt. Es kann kein Zufall sein, dass die Fortentwicklung der frühen Gesellschaften dabei in einer Richtung verlief, die eine Anpassung jeweils an die neuen, anhand der Geoarchive rekonstruierten Rahmenbedingungen darstellte. Die Adaptionkraft der Gesellschaften wurde also zielgerichtet eingesetzt, um wieder ein tragfähiges Gleichgewicht zwischen Mensch und Lebensumwelt herzustellen. Es bestand ganz offenbar eine enge „Mensch-Umwelt-Beziehung“.

Das entworfene Szenario hat nur wenig mit Natur- oder Geodeterminismus im klassischen Sinne nach den Vorstellungen von Charles DARWIN (1809–1892), Thomas BUCKLE (1821–1862) oder Ellsworth HUNTINGTON (1876–1947) zu tun, wonach vereinfacht in erster Linie die Natur die Entwicklung menschlicher Gesellschaften steuert. Auch die gegensätzliche Vorstellung der Kulturdeterministen, die die Entwicklung von Gesellschaften ursächlich völlig entkoppelt vom Wandel ihrer Lebensumwelt sehen, liefert keine befriedigende Erklärung für verschiedene frühgeschichtliche Prozesse der Kulturausdifferenzierung. Die moderne geoarchäologische Forschung zeigt vielmehr, dass der Mensch auch als soziales, zur freien Entscheidung befähigtes Wesen nicht isoliert von den seine Existenz erhaltenden natürlichen Ressourcen betrachtet werden kann. Das von ISSAR und ZOHAR (2004) skizzierte „neodeterministische Paradigma“ betrachtet Mensch und Natur deshalb als wechselwirkende Komponenten eines raum-zeitlich und gesellschaftlich verankerten Gesamtsystems.

Die enge Bindung des Menschen an seine individuelle Umwelt zeigt sich auch in den äußeren Merkmalen seiner Anpassung: Zu Innovationen kommt es schlichtweg dort, wo sie *nötig* sind. Die naturräumlichen Verhältnisse geben durch ihre jeweiligen äußeren Merkmale (Klima, Relief, Boden) einen Handlungsrahmen vor, der in ähnlichen Regionen unabhängig voneinander zu ähnlichen bis identischen Problemlösungen führt. Als Beispiel sei hier das *water harvesting* genannt. Die Entwicklung des Khadin in Pakistan und Indien, des Sail auf der arabischen Halbinsel, des Jessour in Nordafrika, namenloser Entsprechungen in Colorado (KOLARKAR 1997) und der beschriebenen Anlage in Peru belegen eindrucksvoll eine zumindest für die Gebiete der Neuen Welt unabhängig voneinander von Menschen gefundene „Lösung“ für ein vom Naturraum vorgegebenes Problem – in diesem Fall der Mangel an ausreichenden Wasserressourcen.

Umgekehrt zeigt dieses Beispiel, dass der Mensch trotz der Freiheit seiner Entscheidung außerhalb der Trockengebiete diesbezüglich keinen entsprechenden Innovationswillen zeigt. Die Erklärung ist denkbar einfach: Dort waren solche Innovationen schlichtweg nicht nötig. Angesichts der neuesten geoarchäologischen Erkenntnisse erscheint ein anderes als das neo-deterministische Paradigma kaum haltbar.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Schwankungen in der Intensität der monsonalen Sommerregen führten in der östlichen Atacama wie in den Wüstenrandgebieten der Alten Welt zu Verlagerungen des Wüstenostrandes (EITEL et al. 2005, Abb. 6) und hatten einen direkten Einfluss auf die menschliche Kultur-entwicklung. Auch der moderne Mensch kann sich aus dieser Abhängigkeit nicht befreien. Klimatische Gunstphasen führten und führen zur intensiveren Nutzung vormals wenig ertragreicher Gebiete. Zunehmend trockenere und damit ungünstigere Verhältnisse geben dem dort lebenden Menschen Anstoß zu Adaptionsleistungen und gesellschaftlichen Veränderungen.

Die Befunde vom Ostrand der nördlichen Atacama lassen sich stimmig in die bisherigen Befunde zur holozänen Klimaentwicklung Südamerikas einfügen. Die nach dem *Antarctic Cold Reversal* (~ 13500 Jahre vor heute) beginnende, durch die Schneckenfunde dokumentierte Feuchtphase, die auch während des Zeitraums der Jüngeren Dryas anhält, bestätigt das bislang anhand von marinen Archiven und antarktischen Eisbohrkernen belegte Fehlen eines

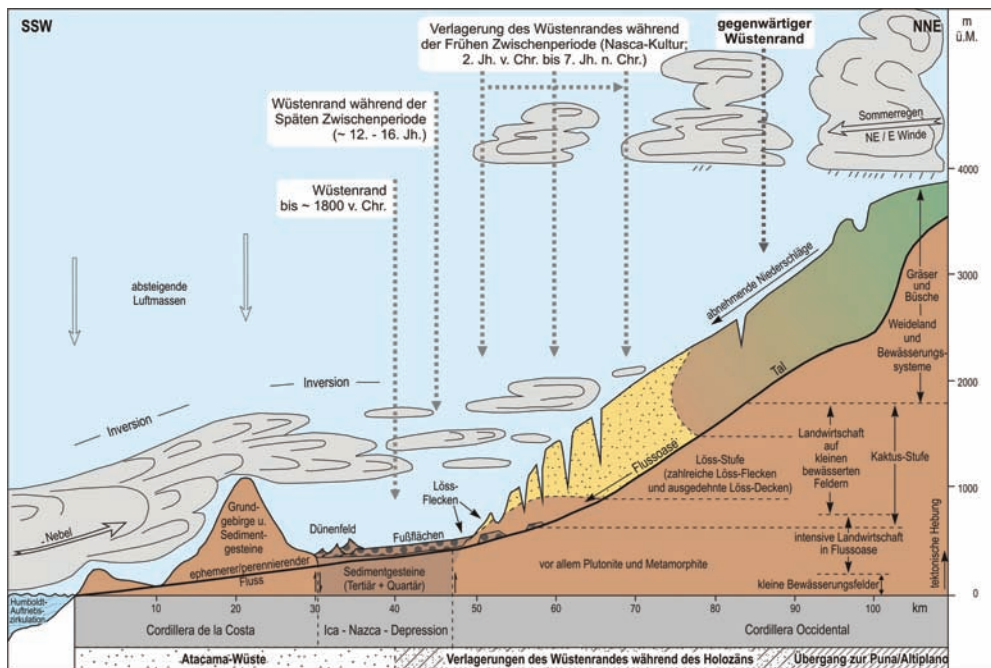


Abb. 6 Schematisches Querprofil durch die nördliche Atacama-Küstenwüste mit der Darstellung der Oszillation des Wüstenrandes während der letzten Jahrtausende (EITEL und MÄCHTLE 2006, Grafik: V. SCHNIEPP).

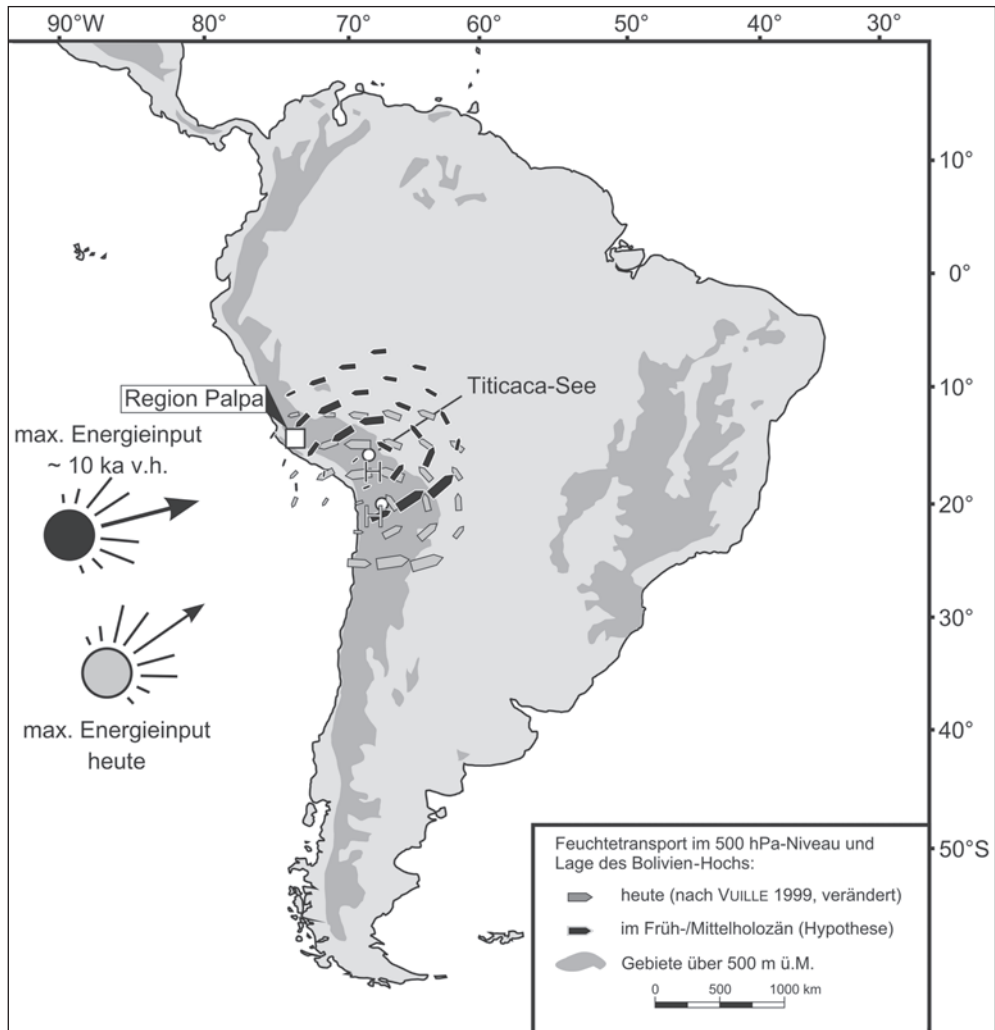


Abb. 7 Darstellung der aktuellen Lage des Bolivien-Hochs (grau) und des Feuchtetransports über dem Altiplano nach VUILLE (1999) sowie die hypothetische Lage während der früh-/mittelholozänen Feuchtphase in der Region Palpa (schwarz). Aufgrund der Erdbahnparameter könnte das Bolivien-Hoch damals weiter im Norden gelegen haben, was die gleichzeitige Trockenheit in der Titicaca-Region erklärt.

spätglazialen Kälterückfalls auf der Südhalbkugel (z. B. LAMY et al. 2007). Ob der Bereich des Altiplano ähnlich reagierte, werden die Ergebnisse der derzeit laufenden Arbeiten der Arbeitsgruppe zeigen.

Dies gilt ebenfalls für einen weiteren Zeitraum der quartären Landschaftsgeschichte. Die durch die Lössablagerungen und Schneckenfunde für das Atlantikum belegbare Feuchtphase auf der Andenwestseite steht in auffälligem Widerspruch zu den paläoklimatischen Befunden um den Titicacasee weiter im Osten. Diese Region erlebte offenbar im Mittleren Holozän ihre stärkste Austrocknung, erkennbar am holozänen Seetiefststand um 6000 vor heute (BAKER et

al. 2001). Wie kann es westlich der Anden feucht sein, während es um den nur wenige hundert Kilometer entfernten Titicaca-See gleichzeitig trocken ist? Ein räumlich veränderter Energieinput durch die Sonne (BERGER und LOUTRE 1991) liefert hierfür eine Erklärungshypothese: Aus der Veränderung der Erdbahnparameter lässt sich für das Frühe und Mittlere Holozän ein nach Norden verschobenes Maximum des solaren Energieinputs auf den Altiplano ableiten. Dieser heizte sich folglich weiter im Norden auf, so dass sich das Bolivien-Hoch weiter nördlich als heute entwickelte. Dieser Umstand hatte eine unmittelbare Auswirkung auf die regionale Feuchteverteilung im zentralen Andenraum: Eine nördlichere Lage des Bolivien-Hochs brachte der Region Palpa mehr Feuchtigkeit (Abb. 7), während die Titicaca-Region im trockenen Zentrum des Bolivien-Hochs lag.

Heute nimmt das Bolivien-Hoch eine Position südlich des Titicaca-Beckens ein. Die Region Palpa befindet sich nur noch am Rande des Feuchtetransports (siehe dazu VUILLE 1999). Die Verfügbarkeit von Wasser am Andenfuß wird somit entweder direkt vom Feuchtetransport, also vom Bolivien-Hoch, oder indirekt durch Niederschläge im Quellgebiet der Fremdling Flüsse und damit von der Frequenz der südlichen Oszillation bestimmt. Offen bleibt, wie sich Quantität und regionale Verteilung der Niederschläge unter dem Einfluss der globalen Erwärmung verändern werden.

Literatur

- BAKER, P., SELTZER, G., FRITZ, S., DUNBAR, R., GROVE, M., TAPIA, P., CROSS, S., ROWE, H., and BRODA, J.: The history of South American tropical precipitation for the past 25.000 years. *Science* 291, 640–643 (2001)
- BERGER, A., and LOUTRE, M. F.: Insolation values for the climate of the last 10 million years. *Quaternary Science Reviews* 10, 297–317 (1991)
- BLÜMEL, W. D.: Klimafuktuationen – Determinanten für die Kultur- und Siedlungsgeschichte? *Nova Acta Leopoldina NF Bd. 94*, Nr. 346, 13–36 (2006)
- DUNAI, T., GONZÁLEZ LÓPEZ, G., and JUEZ-LARRÉ, J.: Oligocene-Miocene age of aridity in the Atacama Desert revealed by exposure dating of erosion-sensitive landforms. *Geology* 33/4, 321–324 (2005)
- CAVIEDES, C.: *El Niño – Klima macht Geschichte*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2005
- EITEL, B.: Kulturentwicklung am Wüstenrand – Aridisierung als Anstoß für frühgeschichtliche Innovation und Migration. In: WAGNER, G. A. (Ed.): *Einführung in die Archäometrie*. S. 301–319. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2007
- EITEL, B., HECHT, S., MÄCHTLE, B., SCHUKRAFT, G., KADEREIT, A., WAGNER, G. A., KROMER, B., UNKEL, I., and REINDEL, M.: Geoarchaeological evidence from desert loess in the Nazca-Palpa region, southern Peru: Palaeo-environmental changes and their impact on Pre-Columbian cultures. *Archaeometry* 47, 137–185 (2005)
- EITEL, B., und MÄCHTLE, B.: Holozäner Umweltwandel in der nördlichen Atacama und sein Einfluss auf die Nasca-Kultur (Südperu). *Geographische Rundschau* 58/4, 30–36 (2006)
- FEHREN-SCHMITZ, L.: *Molekularanthropologische Untersuchungen zur präkolumbischen Besiedlungsgeschichte des südlichen Perus am Beispiel der Palpa-Region*. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen 2008
- ISDR (International Strategy for Disaster Reduction): Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Activities*. Genf 2004
- ISSAR, A. S., and ZOHAR, M.: *Climate Change – Environment and Civilization in the Middle East*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2004
- KOLARKAR, A.: Traditional water harvesting systems – Thar desert – Khadins. In: AGARWAL, A., and NARAIN, S. (Eds.): *Dying Wisdom – Rise, Fall and Potential of India's Traditional Water Harvesting Systems*. Centre of Science and Environment. Vol. 4, pp. 104–143. New Dehli: State of India's Environment 1997
- LAMY, F., KAISER, J., ARZ, H. W., HEBBELN, D., NINNEMANN, U., TIMM, O., TIMMERMANN, A., and TOGGWEILER, J. R.: Modulation of the bipolar seesaw in the Southeast Pacific during Termination 1. *Earth and Planetary Science Letters* 259, 400–413 (2007)
- LEAN, J.: Reconstructions of past solar variability. In: JONES, P., BRADLEY, R., and JOUZEL, J. (Eds.): *Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years*. NATO ASI Series Vol. //41, pp. 519–532. Heidelberg: Springer 1996

- MÄCHTLE, B.: Geomorphologisch-bodenkundliche Untersuchungen zur Rekonstruktion der holozänen Umweltgeschichte in der nördlichen Atacama, Raum Palpa/Südperu. Heidelberg Geographische Arbeiten 123. Heidelberg: Geographisches Institut der Universität Heidelberg 2007
- MÄCHTLE, B., EITEL, B., HECHT, S., SCHUKRAFT, G., and ROSS, K.: Built on sand – climatic oscillation and water harvesting during the Late Intermediate Period. In: REINDEL, M., and WAGNER, G. A. (Eds.): *New Technologies for Archaeology – Multidisciplinary Investigations in Palpa and Nasca, Peru*; pp. 39–46. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2009a
- MÄCHTLE, B., UNKEL, I., EITEL, B., KROMER, B., and SCHIEGL, S.: Molluscs as evidence for a Late Pleistocene and Early Holocene humid period in the northern Atacama desert, southern Peru (14.5 °S). *Quaternary Research* (2009b, in press) doi: 10.1016/j.gres.2009.05.007
- PACHUR, H. J., und ALTMANN, N.: *Die Ostsahara im Spätquartär. Ökosystemwandel im größten hyperariden Raum der Erde*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2006
- REIN, B., LÜCKGE, A., and SIROCKO, F.: A major Holocene ENSO anomaly during the Medieval period. *Geophysical Research Letters* 31, L17211, doi:10.1029/2004GL020161 (2004)
- REINDEL, M.: Wüstenzeichnungen und Wasserkulte: Geoglyphen und Siedlungsgeschichte in Palpa (Peru). *Expeditionen in vergessene Welten. 25 Jahre archäologische Forschungen in Amerika, Afrika und Asien. AVA-Forschungen* 10, 17–46. Bonn 2004
- REINDEL, M.: Life at the edge of the desert – archaeological reconstruction of the settlement history in the valleys of Palpa, Peru. In: REINDEL, M., and WAGNER, G. A. (Eds.): *New Technologies for Archaeology – Multidisciplinary Investigations in Palpa and Nasca, Peru*; pp. 439–461. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2009
- REINDEL, M., and WAGNER, G. A. (Eds.): *New Technologies for Archaeology – Multidisciplinary Investigations in Palpa and Nasca, Peru*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2009
- SATTERLEE, D., MOSELEY, M., KEEFER, D., and TAPIA, J.: The miraflores El Niño disaster: convergent catastrophes and prehistoric agrarian changes in Southern Peru. *Andean Past* 6, 95–116 (2000)
- TANAKA, H., ISHIZAKI, N., and KITO, A.: Trend and innerannual variability of Walker, monsoon and Hadley circulations defined by velocity potential in the upper troposphere. *Tellus* 56 A, 250–269 (2004)
- UNKEL, I., KROMER, B., REINDEL, M., WACKER, L., and WAGNER, G. A.: A chronology of the pre-columbian Paracas and Nasca cultures in south Peru based on AMS 14C Dating. *Radiocarbon* 49/2, 551–564 (2007)
- VUILLE, M.: Atmospheric circulation over the Bolivian altiplano during dry and wet periods and extreme phases of the southern oscillation. *International Journal of Climatology* 19, 1579–1600 (1999)

Dr. Bertil MÄCHTLE
Prof. Dr. Bernhard EITEL
Universität Heidelberg
Geographisches Institut
Abt. Labor für Geomorphologie und Geoökologie
Im Neuenheimer Feld 348
69120 Heidelberg
Bundesrepublik Deutschland
Tel: +49 6221 544577
Fax: +49 6221 544997
E-Mail: bertil.maechtle@geog.uni-heidelberg.de

Holozäner Klima- und Landschaftswandel in der Namib?

Wolf Dieter BLÜMEL ML (Stuttgart), Joachim EBERLE (Stuttgart),
Klaus HÜSER (Bayreuth) und Bernhard EITEL (Heidelberg)

Mit 18 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung

Der Beitrag diskutiert Hinweise auf Umweltveränderungen im Bereich der heutigen Namibwüste im südwestlichen Afrika. Bei den untersuchten terrestrischen Geoarchiven handelt sich einerseits um fluviale Formen und Sedimente und andererseits um Siedlungsreste von Buschmannkulturen, die bis an die heutige, extrem lebensfeindliche Skelettküste anzutreffen sind. Erste ¹⁴C-Datierungen an Holzkohle erlauben die Rekonstruktion von Klimafluktuationen für das Hochmittelalter (1000–1350 n. Chr.) und den Zeitraum der sogenannten Kleinen Eiszeit (1500–1850 n. Chr.). Während im Mittelalter offenbar eine Feuchtphase vorherrschte, die vor allem Teile im Nordosten der heutigen Vollwüste in eine savannenartige Landschaft verwandelte, dehnte sich die Wüste unter den hyperariden Bedingungen der Kleinen Eiszeit wieder weiter nach Osten aus. Auch die Namib war folglich im jüngeren Holozän kein stabiles Trockengebiet. Vielmehr zeigt sich vor allem im Bereich der Wüstenränder ein beträchtlicher Landschaftswandel. Weitere Untersuchungen sollen die Vorstellungen einer „grünen Namib“ überprüfen.

Abstract

The paper focuses on indications for environmental changes in the area of the recent Namib-desert (southwestern Africa). The explored terrestrial geoarchives are fluvial forms and sediments as well as remnants of bushmen settlements which can be found even in nowadays extremely hostile regions of the Skeleton coast. First ¹⁴C-datings of charcoal permit the reconstruction of climatic fluctuations concerning the Middle Ages (1000–1350 A. D.) and the period of the so-called “Little Ice Age” (about 1500–1850 A. D.). During the Middle Ages a humid phase seems to have transformed parts of the Namib desert into a savanna-like ecosystem. Under the hyperarid conditions of the Little Ice Age the desert margin shifted to the east again. Apparently, the Namib-desert has been no stable arid region during the younger Holocene. Substantial landscape change happened especially in the area of the desert margins. Further studies should check the idea of a “Green Namib Desert”.

1. Einführung

Die Namib gilt als die älteste Wüste der Erde. Ihre Entstehung begann im Miozän – vor ca. 10 Millionen Jahren. Als Küstenwüste steht sie in unmittelbarem Zusammenhang mit der Antarktis-Vereisung und der Land-See-Verteilung: Hieraus resultierten neue Ozeane und Meeresströmungen wie die Benguela, deren 9–14 °C kalte Auftriebswässer zusammen mit den übergeordneten, stationären Luftdruckverteilungen und Windströmungen die extreme Trockenheit der Atlantikküste des südwestlichen Afrikas verursachen (vgl. EITEL et al. 2005). Klima- und landschaftsgeschichtliche Untersuchungen zeigen, dass offensichtlich sowohl während der globalen Kalt- wie auch der Warmzeiten diese hyperaride Küstenwüste durchgehend

existierte. Die Abkühlung um ca. 5 K und die geringere Feuchte der Troposphäre während des letzten Hochglazials (*Last Glacial Maximum* [LGM]) führte global zu einem Rückgang von Waldökosystemen und zu einer Ausdehnung von Savannen- und Wüstenlandschaften. Der östliche Teil der Namib-Wüste wurde dadurch noch trockener als gegenwärtig. Ganz Namibia hatte – mit Ausnahme des Caprivi-Zipfels – während des LGM einen wüstenhaften Charakter (EITEL et al. 2002). In der postglazialen Wärmezeit des Holozäns (seit 11600 Jahren) vollzogen sich global beträchtliche Veränderungen in fast allen Ökosystemen mit entsprechenden Auswirkungen auf die Kulturentwicklung (vgl. Abb. 1). Besonders eindrucksvolle Befunde zum holozänen Klima- und Landschaftswandel sind aus der Sahara und von der südperuanischen Küstenwüste (zentrale Atacama) bekannt geworden.¹

Lange hatten zahlreiche Klimaforscher die Hypothese einer zehntausendjährigen Konstanz des Holozän-Klimas vertreten. Ein derartig langer, stabiler Zustand sei in den letzten 130000 Jahren sonst nicht mehr vorgekommen. Basis dafür war die Analyse von Meeresedimenten und Eisbohrkernen. Betrachtet man jedoch vor allem die höher auflösenden geowissenschaftlichen Archive der Festländer genauer, so stößt man zunehmend auf Hinweise für klimatische Veränderungen in einer zeitlichen Dimension von wenigen Jahrtausenden und Jahrhunderten (Abb. 1).

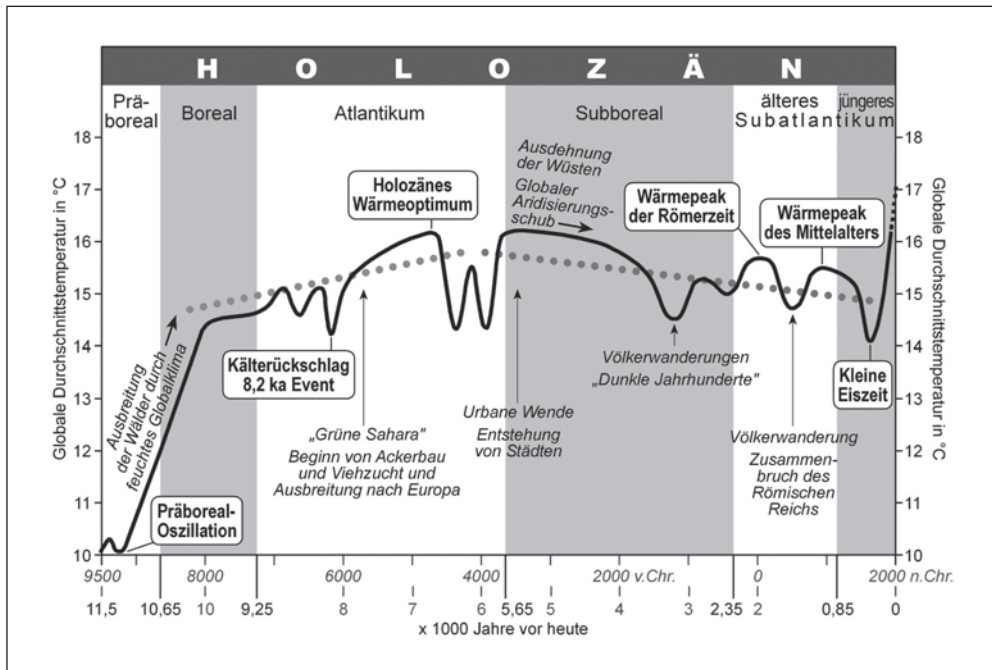


Abb. 1 Kurve der holozänen Klimaschwankungen und deren Auswirkungen auf kulturgeschichtliche Entwicklungen vornehmlich der Nordhalbkugel (ergänzt nach SCHÖNWIESE 1995 aus EITEL 2008).

¹ Siehe u. a. KRÖPELIN et al. 2008, KRÖPELIN und KUPER 2007, Beitrag KRÖPELIN in diesem Band; PACHUR und ALTMANN 2006, CLAUSSEN und GAYLER 1997, CLAUSSEN et al. 1999, Beitrag CLAUSSEN in diesem Band, Beitrag MÄCHTLE und EITEL in diesem Band.

Ihre Temperaturamplitude erscheint zunächst gering – deren Wirkung auf die Kulturschichte ist jedoch beträchtlich.² In den Trockenzonen der Niederen Breiten sind es vor allem Niederschlagssteigerungen, die – vermutlich gekoppelt an höhere Temperaturen in der Troposphäre – zu dichter Vegetation führten bzw. die Wüste ‚schrumpfen‘ ließen und somit auch dem Menschen neue Möglichkeiten eröffneten. In der aktuellen Diskussion um die zu erwartenden Folgen der atmosphärischen Erwärmung sucht man Orientierungshilfen in der Vergangenheit, um kausale Verflechtungen aufzudecken und Klimamodellierungen zu verbessern. Die Erkenntnis zum Landschafts- und damit Lebensraumwandel gerade in erdgeschichtlich äußerst kurzen Zeiträumen kann auch für die Abschätzung zukünftiger regionaler Entwicklung im Rahmen der globalen Erwärmung hilfreich sein.

Im Kontext holozäner Klimafluktuationen erscheinen zwei Zeitphasen von besonderem Interesse, die speziell in Europa „Geschichte gemacht haben“ (GLASER 2002). Es sind das *Hohe Mittelalter* (ca. 1000–1350 n. Chr.) und die sogenannte *Kleine Eiszeit* (ab 1330, Kernzeit ca. 1500–1850 n. Chr.). Das Mittelalter war vergleichsweise warm (Abb. 1), was sich regional in einer stark erhöhten agrarischen Tragfähigkeit auswirkte. Letztere ermöglichte ein enormes Bevölkerungswachstum in Mitteleuropa, was zu vielen Siedlungs- und Städtegründungen sowie zu verstärkt arbeitsteiligen Gesellschaften führte. In den Hohen Breiten wurden zeitgleich Island und Grönland durch die Wikinger besiedelt. Diese Gunstphase endete in der klimatisch unsteten *Kleinen Eiszeit*, die häufiger Missernten, Hungersnöte, Hochwasserkatastrophen, Sturmfluten, soziale Unruhen und andere Unbilden über die Bevölkerung brachte.

Auch aus der Sicht der Wüstenforschung – hier im Fokus die der südwestafrikanischen Namib – erscheint es besonders interessant, der Frage von holozänen Klimaschwankungen nachzugehen, die durch manche Autoren immer wieder negiert werden (vgl. HEINE 2005). Aktuelle physisch-geographische und geoarchäologische Untersuchungen in der Atacama belegen in der „Schwester-Wüste“ der Namib starke Veränderungen während der letzten Jahrtausende (MÄCHTLE 2007, Beitrag in diesem Band, EITEL 2008).

War also das *Mittelalterliche Wärmeoptimum* möglicherweise eine *global* wirksame Phase, die sich auch in der extremen und vermeintlich stabilen Namib auswirkte? Erste Beobachtungen in der küstennahen Extremwüste erbrachten vor wenigen Jahren bereits deutliche Hinweise auf landschaftliche Veränderungen (BLÜMEL et al. 2000a, b). Über die Auswirkungen der *Kleinen Eiszeit* liegen zahlreiche Berichte aus verschiedenen Erdräumen vor. Das paläoklimatische Bild des Mittelalters und der nachfolgenden Jahrhunderte im südwestafrikanischen Wüstenbereich ist dagegen noch äußerst lückenhaft und unscharf.

2. Klimarekonstruktion – ein logisch-historischer Indizienbeweis

Die Rekonstruktion paläoklimatischer Zustände muss sich – bis zur Zeit der ersten meteorologischen Messungen – auf sogenannte Proxy-Daten stützen. Das sind Klimainformationen, die indirekt aus „Geoarchiven“ gewonnen werden. Wichtige Archive sind z. B. Bohrkerne aus Meeresablagerungen oder Eisbohrkerne, aus denen über Isotopenanalysen und -vergleiche klimatische Milieus abgeleitet werden können. Festländische Archive, die Auskunft über frühere Landschaftszustände oder Zustandsänderungen speziell in Trockengebieten geben können, sind:

2 Siehe u. a. LAMB 1989, BLÜMEL 2006, 2009, EITEL 2008.

- Fluviale Sedimente; Vleis und Paläoseen;
- Dünen; Staubablagerungen (Lösse/Schluffe);
- biogene Relikte wie Hölzer, Pollen, Fossilien, reliktsche Pflanzen;
- archäologische Befunde, wie Artefakte und Siedlungsreste.

Es sind also unter anderem die Lebensbedingungen von Pflanzen und Tieren oder geomorphodynamische Prozesse (dokumentiert in Hochflutsedimenten, äolischen Ablagerungen o. ä.), die als indirekte Klimaindikatoren dienen können.

Die Entschlüsselung solcher Geoarchive birgt zum Teil die Gefahr von Fehlinterpretationen und Zirkelschlüssen (siehe unten). Als Resultat kann nur ein „logisch-historischer Indizienbeweis“ (BÜDEL 1977) erwartet werden. Letztlich hängt die Qualität und Verlässlichkeit einer Rekonstruktion von der inhaltlichen Vielfalt der Archive und der Eindeutigkeit ihrer Merkmale ab. Die nachstehenden Ausführungen sind ein Werkstattbericht, der die Probleme und Möglichkeiten einer indiziengestützten Rekonstruktion aufzeigt.

An den abgestorbenen Bäumen in Abbildung 2 kann eine solche Fehlinterpretation bei der Frage nach einem Klimawandel in der Wüste beispielhaft verdeutlicht werden: Der Fundort *Dead Vlei* liegt in der Mitte großflächiger Dünenfelder der Namib (Abb. 3) und ist das Ergebnis episodischer Abflüsse, die in guten Regenzeiten einen Endsee (Vlei) bildeten. Hier versickerte das ankommende Wasser endgültig und ermöglichte somit das Wachstum großer Bäume in einem extrem trockenen Wüstenraum. Das Verdorren der Bäume könnte als Indiz für eine Klimaänderung (zunehmende Trockenheit) aufgefasst werden. Ob diese Aridisierung jedoch das Innere des extrem ariden Namib-Ergs betroffen hat, bleibt fraglich. Schließlich stammt das Wasser, das diesen oasenhaften Lebensraum bedingte, aus der Großen Randstufe Namibias – etwa 120 km entfernt! Ein allochthoner Fluss („Fremdlingsfluss“) transportierte dieses Wasser aus niederschlagsreicheren Einzugsgebieten durch und in die Wüste. Die dadurch entstandene Endpfanne – das heutige *Dead Vlei* – gibt als Geoarchiv somit nicht die unmittelbaren Klimaverhältnisse am Untersuchungsort selbst wieder. Deutet man das Absterben der Bäume (Abb. 2) als Folge abnehmender Wasserzufuhr, so wäre dies eventuell ein Hinweis auf veränderte klimatische Verhältnisse im entfernten Einzugsgebiet, jedoch nicht zwangsläufig auch am Endpunkt des Flusses. Das Absterben der Bäume könnte aber auch ausschließlich auf geomorphologische Prozesse (Dünendämmung, Tieferlegung des Grundwasserstromes o. ä.) zurückzuführen sein. Dieses Beispiel mag andeuten, wie Fehlschlüsse generell aus vorschnellen Interpretationen von Beobachtungen resultieren können (vgl. Kap. 6.3).

3. Zur aktuellen Klimasituation der Namib

Die Ursachen der Wüstenbildung sowie die klimatisch-räumliche Struktur der Wüste Namib sind komplexer Natur: Zwar erstreckt sich die Wüste über 1300 km (bei 80 bis 160 km Breite) auf namibischem Territorium, in ihrer Längserstreckung geteilt durch den südlichen Wendekreis (Abb. 3), jedoch ist sie keine „klassische“ Wendekreis-Wüste wie die Sahara. Eine wichtige, aber nicht alleinige Ursache für die Hyperaridität des Küstenwüsten-Streifens liegt in den erwähnten kalten Benguela-Auftriebswässern begründet. Über dem Atlantik wird dadurch konvektive Wolkenbildung verhindert. Stattdessen liegt eine Nebelbank über dem Meer, die in der Mehrzahl der Nächte 30–60 km in die Wüste vordringt und für einen ökologisch bedeutsamen Feuchtigkeitstransport sorgt (Abb. 3, 4). Mit Recht wird dieser westliche Teil der Namib als „Nebelwechsel-Wüste“ bezeichnet (BESLER 1992).



Abb. 2 Baum-Mumien im Dead Vlei (Nähe Sossus-Vlei, Abb. 3). Das Absterbealter der Bäume wurde auf ca. 400 Jahre vor heute (17. Jahrhundert) bestimmt. Vergleichbare Vorkommen finden sich auch im weiter nördlich gelegenen Tsonab-Vlei. Foto: BLÜMEL 2007

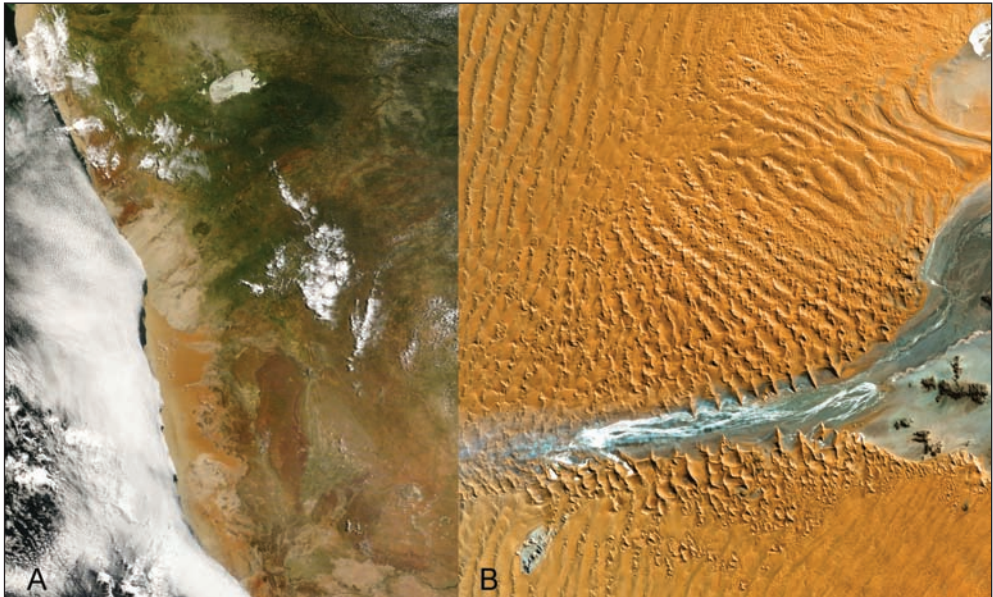


Abb. 3 (A) Die rötliche Dünen-Namib (Erg) wird von der Felsnamib (Flächennamib) durch den episodischen Kuiseb-Fluss scharf getrennt (Bildmitte). Hier verläuft auch der südliche Wendekreis ($23^{\circ}27'S$). Die charakteristische Nebelbank über dem Benguela-Strom zieht nachts häufig inlands. (B) Der Tschauhab-Fluss entwässert Teile der Großen Randstufe (Naukluft-Gebirge) und erreicht nur in sehr guten Regenzeiten die Endpfanne des Sossus-Vleis. (Quelle: NASA Earth Observatory)

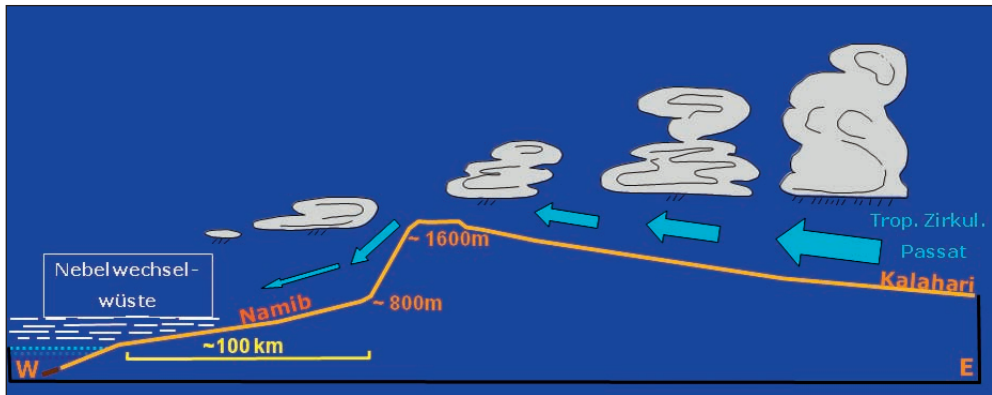


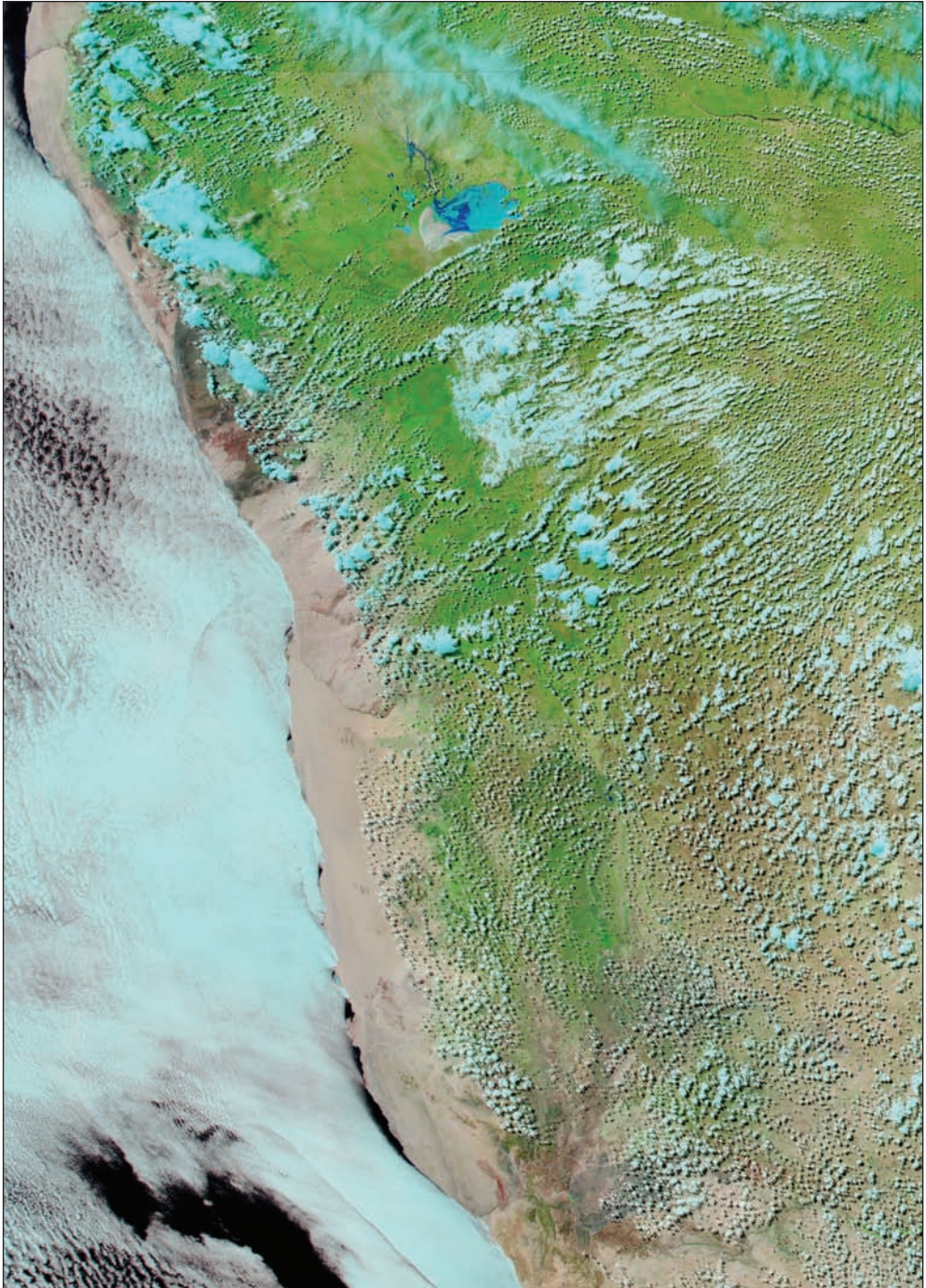
Abb. 4 Der atlantische, hyperaride Teil der Wüste Namib ist als typische Küstenwüste einzuordnen; der östliche Teil dagegen resultiert aus dem Lee-Effekt der Großen Randstufe, der nur noch wenig Niederschlag nach Westen vordringen lässt (siehe auch Abb. 5).

Die östliche Hälfte der Wüste wird in ihrem Niederschlagsaufkommen bzw. in ihrer Aridität von saisonalen nördlichen und nordöstlichen Winden bestimmt. Über der namibischen Hochfläche regnen sich die Luftmassen mehr und mehr aus – zuletzt über der Großen Randstufe. Beim Abstieg über die 800 bis zu 1000 m hohe Stufe (Abb. 4, 5) lösen sich die Wolken auf Grund der adiabatischen Erwärmung zunehmend auf. Am östlichen Wüstenrand (Fuß der Randstufe) fallen im langjährigen Mittel noch etwa 100 mm Niederschlag bei sehr hoher Variabilität. Die 50 mm-Isohyete verläuft etwa in der Mitte der Namib-Längserstreckung. Für den Bereich der Skelettküsten-Wüste werden weniger als 25 mm Jahresniederschlag angegeben (JACOBSON et al. 1995). Wie stark sich Kaltwasserauftrieb einerseits und Lee-/Föhn-Effekt andererseits durchsetzen und zusammen den Wüstenraum bilden, geht aus Abbildung 5 hervor. Schütterer, teils ephemerer Graswuchs und kontrahierte (Zwerg-)Strauchvegetation in kleinen Abflussrinnen stellen sich erst im Bereich des östlichen Wüstenrandes bei 80 bis 100 mm mittlerem Jahresniederschlag ein.

4. Klimawandel und Geomorphodynamik

Bereits im Rahmen früherer Untersuchungen zur Landschafts- und Reliefgeschichte Namibias war uns das Gebiet um den Uniab-Fluss (Skelettküsten-Wüste, Abb. 6, 7, HÜSER et al. 1997, EITEL et al. 2002, BLÜMEL et al. 2000a, b) aufgefallen. Es stellt möglicherweise eine Schlüsselstelle für die Diskussion um klimatische Instabilitäten bzw. Fluktuationen im hyperariden Teil der Namib dar. Signifikant sind die teils gigantischen Blöcke, die sich in der Kies- und Geröllwüste verteilt finden. Sie ähneln den erratischen Blöcken, wie sie in ehemaligen

Abb. 5 Abgebildet ist der größte Teil des namibischen Territoriums zwischen dem nördlichen Grenzfluss (Kunene) und dem südlichen (Oranje) sowie dem 20. östlichen Längengrad. Selbst in der extrem ergiebigen Regenzeit 2007/2008, in der Teile Nord-Namibias unter Wasser standen und die Etosha-Pfanne seit 40 Jahren erstmals wieder mit Wasser gefüllt war, zeigt sich im Fehlen der flächenhaften Vegetation die starke aridisierende Lee-Wirkung der



Großen Randstufe. Die Auflösung des Wolkenfeldes durch den Effekt der absteigenden, sich erwärmenden Luftmassen (vgl. Abb. 4) wird im Bild nochmals deutlich. Die Aufnahme stammt vom 14. April 2008 (Quelle: NASA).

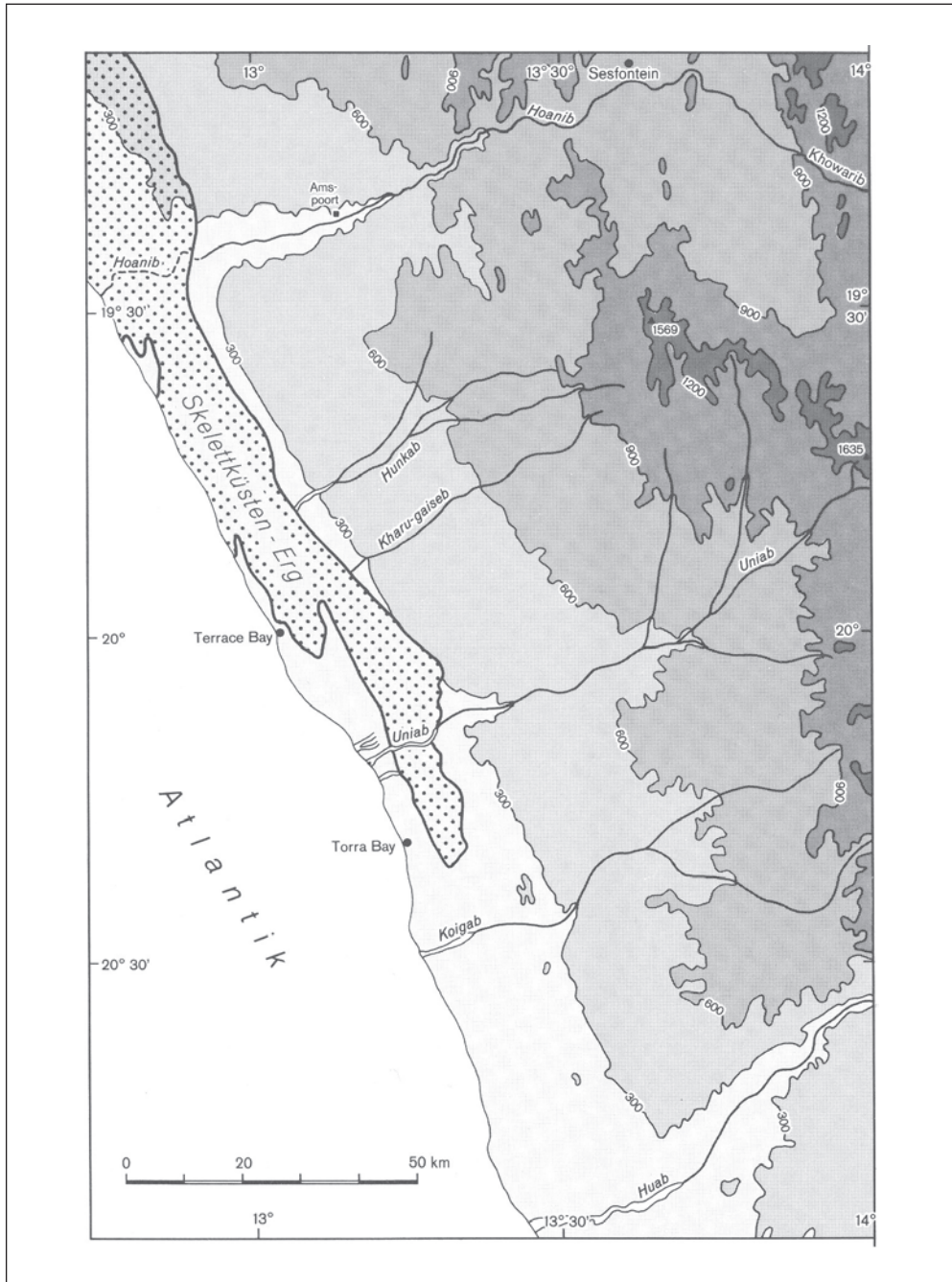


Abb. 6 Der Uniab-Fluss hat sein Einzugsgebiet vor der Großen Randstufe. Auf dem Weg zum Atlantik quert er den jungen (vermutlich erst im Quartär entstandenen) Dünengürtel des Skelettküsten-Ergs, der sich bis nach Angola erstreckt. Im NW verläuft das Hoanib-Rivier; dort finden sich die Ablagerungen der Amspoort-Silts (vgl. Kap. 6.3, Quelle: Topographische Karte Southern Africa, 1 : 500 000, Blatt 1711 Opuwo).

Glazialgebieten zu beobachten sind. Blöcke solchen Ausmaßes können nur unter enormem Energieeinsatz transportiert werden (Abb. 8). Am Uniab kommt dafür nur eine große Wassermasse in Frage, die als hochenergetischer Schwall durchgegangen sein muss.

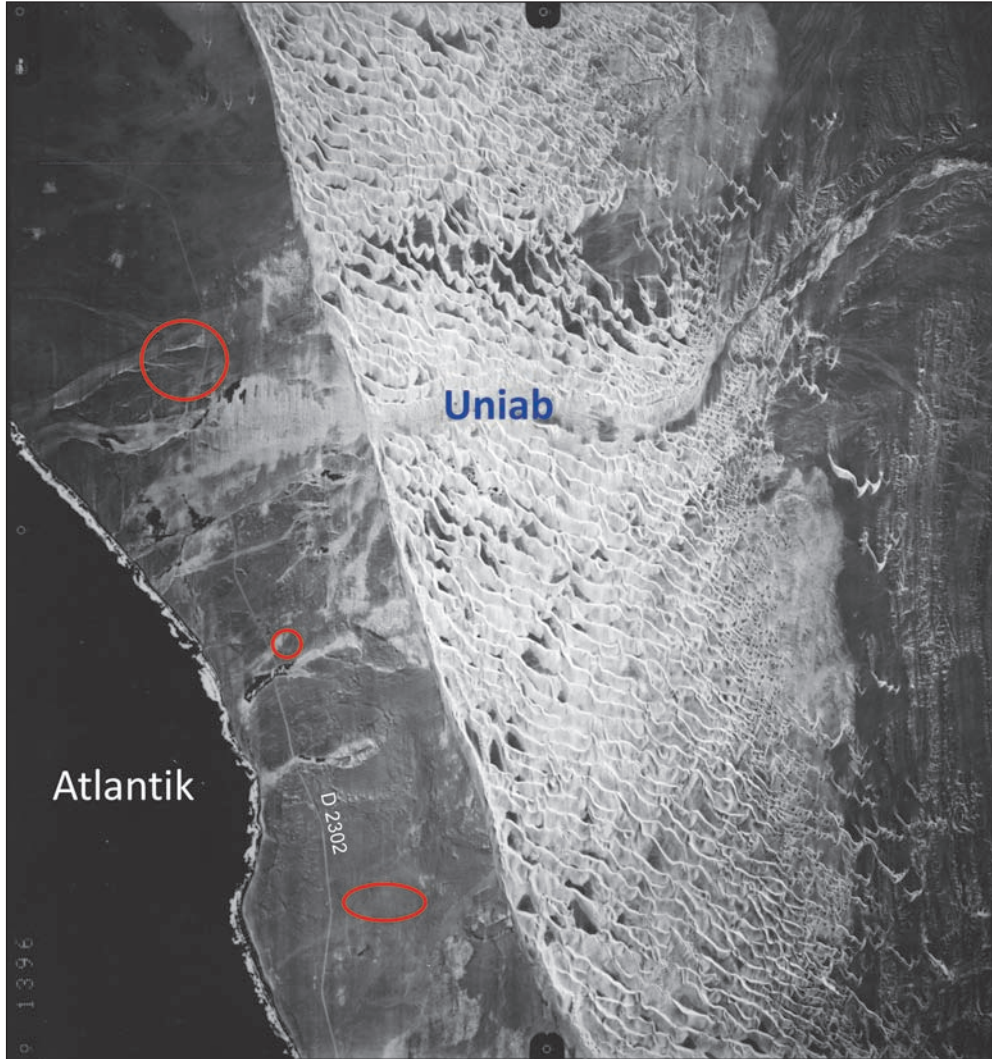


Abb. 7 Auf der Oberfläche des ehemaligen riesigen Uniab-Schwemmfächers sind zahlreiche breite Erosionsrinnen erkennbar. Der östlich anschließende Dünenbereich ist hier 15 km breit. Die starke Störung im Dünenmuster nördlich des rezenten Flussbettes setzt sich in einem linearen Einschnitt fort – beides Folgen eines Aufstaus mit anschließendem Durchbruch. Am östlichen Rand des Ergs finden sich Reste von schluffigen Stausee-Sedimenten. – Markierungen: Bisher kartierte und datierte vorzeitliche Siedlungsplätze (siehe Kap. 5, 6). Die markierten Areale fassen jeweils mehrere Gruppen von Steinsetzungen zusammen. Die größte bisher entdeckte Siedlung „Uniab-Town“ (kleiner Kreis) zählt mehr als 30 Hütten. Die Fundplätze im südöstlichen Teil sind noch nicht vollständig erfasst. Eine Begehung im Jahr 2007 zeigte eine Vielzahl weiterer Steinsetzungen in südlicher und westlicher Richtung – bis hin zum Atlantik. Dunkle Flecken in Atlantik-Nähe dokumentieren kleine Ried-Gebiete (Schilf), bedingt durch oberflächennahes Grundwasser.



Abb. 8 (A, B) Teils mehrere Meter durchmessende Blöcke im Bereich der Uniab-Mündung (Skelettküsten-Wüste; siehe Abb. 6, 7), zu deren Transport hoch-energetische Flutwellen erforderlich waren. (C, D) Beim Eindringen von Wassermassen in den Erg brachen Dünen zusammen und wurden schluffreiche Sedimente (Suspensions-Ablagerungen) ausgebreitet. Canyon-artige Erosionsrinnen entstanden beim Ausbruch eines ‚Dünen-Stausees‘. Fotos: BLÜMEL 2001

Diese Hypothese findet ihre Entsprechung in einer geomorphologisch einzigartigen Auflösung des uralten Uniab-Schwemmfächers in zahlreiche, teils mehrere Zehnermeter tief eingeschnittene, canyon-artige Erosionsrinnen (Abb. 8, HÜSER et al. 1997). Manche sind in ihrer Anlage auf ein einmaliges Ereignis, andere auf mehrfache Durchflussereignisse zurückzuführen. Nur zwei dieser Rinnen werden heute noch gelegentlich durchflossen, wenn das Uniab-Rivier ein- bis dreimal im Jahrzehnt mit vergleichsweise schwacher Wasserführung zum Atlantik durchbricht. In der gegenwärtigen klimatisch-geomorphodynamischen Konstellation bauen sich zwischen den episodischen Durchflüssen lediglich 2–3 m hohe Dünen im aktuellen Flussbett auf, die auch für geringe Wassermengen kein Abflusshindernis darstellen (Abb. 7). Meist bleibt die Wasserhöhe unter 40 cm. Außerordentliche Umgestaltungen der Landschaft, wie sie sich in den Durchbruchstätern und Blöcken ausdrücken, sind in der geomorphologischen Gegenwart nicht zu beobachten.

Da auch in den Dünenfeldern des Uniab-Ergs fluviale Formen und Sedimente auszumachen sind (Abb. 8), liegt zur Erklärung dieser ungewöhnlichen Formen eine „Dämmungshypothese“ nahe: Nur der Aufstau großer Wassermassen im Dünenfeld – die Höhe der Dünen schwankt zwischen 15 und > 25 m – bringt das Potenzial für einen derart hochenergetischen Durchbruch und Durchfluss zustande.

Folgende paläoklimatische Wechselfolge scheint sich hier abgespielt zu haben, die man mit einem Antagonismus zwischen Windregime (hyperaride Phasen) und verstärkt fluvialer Dynamik (Feuchtphasen) umschreiben könnte (BLÜMEL et al. 2000a, b):

- Es herrschte zunächst eine Art Gleichgewichtszustand (ähnlich dem jetzigen Zustand mit episodischen Durchflüssen bei relativ geringer Wassermenge).
- Bei folgendem abgeschwächtem Niederschlagsangebot (hyperaride Phase) nahm die äolische Dynamik zu, und es bauten sich auch im zuvor benutzten Flussbett hohe Dünen auf.
- Danach ließ eine neue ‚Feuchtphase‘ besonders bei hohen Niederschlagsaufkommen (Starkregen) hinter dem Dünenkomplex einen See aufstauen. Am östlichen Rand des Dünenfeldes zeugen schluffreiche laminierte Feinsedimente zweifelsfrei von der mehrfachen Existenz solcher Stauseen.
- Die Wassermassen durchtränkten die Dünen, ließen sie stellenweise kollabieren, durchbrachen endgültig den Dünengürtel und schnitten sich kastental- oder canyon-artig auf der atlantischen Seite des Ergs in den alten Schotterkörper ein. Bei solchem hochenergetischem Abfluss konnten auch große Blöcke transportiert werden.
- Es herrschte danach wieder eine Art Gleichgewichtszustand (siehe erster Strich): Der Fluss benutzte in dieser Phase häufiger das durch den Durchbruch neu geschaffene Gerinnebett.
- Die nächste hyperaride Periode begünstigte wieder das Dünenwachstum. Die geringen Niederschläge versickerten geomorphologisch kaum wirksam, der Flusslauf wurde erneut durch eine hohe Sandbarriere blockiert.

Der Versuch, aus den fluvialen Silten (Schluff-Ablagerungen) aussagekräftige Datierungen zu gewinnen, war nur bedingt erfolgreich: Mehrere Proben ließen sich mangels ausreichender Bleichung nicht mittels Optisch Stimulierter Lumineszenz (OSL) datieren. Es sind sicherlich nur einige Ereignisse in Sedimentresten erhalten geblieben. Die wenigen resultierenden Daten streuen zwischen 200 und 1450 Jahren vor heute und lassen keine klare zeitliche Einordnung zu.

Es bleibt die Frage zu beantworten, ob es sich bei diesen Stauseen und Wasserausbrüchen um die Folgen echter Klimafuktuationen oder lediglich um Extremereignisse handelt, die zur normalen interannuellen Variabilität hocharider Räume gehören. Eines scheint festzustehen: Der ungehinderte Durchfluss ist immer wieder in Intervallen unbekannter Dauer unterbrochen worden, da das Abflussaufkommen zu gering war, um die Sandeinwehung im Flussbett auszuräumen. In diesen Phasen der Hyperaridität müssen die Dünen Mindesthöhen von etwa 20 m erreicht haben, um die geschilderte Staudammwirkung zu bewirken, wenn wieder die ersten Starkniederschläge auftraten. Diese Niederschläge dürften zum größten Teil aus den oberen Einzugsbereichen am Fuß der Großen Randstufe stammen (Abb. 6; vgl. Kap. 6.3), wo die wesentlichen klimatischen Veränderungen abgelaufen sind. Ob im geomorphologisch betroffenen, extremen Küstenwüstenbereich weiter westlich auch vermehrte Niederschläge fielen und sich damit der Kernbereich des Wüstensystems geändert hat, bleibt bei konsequenter Betrachtung noch unbelegt (vgl. Kap. 2).

5. Siedlungsreste als Gearchive: Savanne statt Wüste?

Die Skelettküsten-Wüste im Großraum von Terrace Bay ist unzweifelhaft einer der extremsten Bereiche der Namib. Umso überraschender erscheinen die inzwischen identifizierten, äußerst zahlreichen Siedlungsspuren in diesem lebensfeindlichen Milieu (Abb. 7–9). Es handelt sich um die Reste von Hütten (eventuell früherer Buschleute). Die Steinsetzungen aus zusammengetragenen Blöcken oder sehr groben Geröllen dienten zur Fixierung hölzerner

Stangen und Ruten, die in die Lockersedimente des Uniab-Schwemmfächers gesteckt und mit Blättern, Astwerk, Gras oder Fellen zum Schutz gegen die scharfen SSW-Winde abgedichtet wurden (Abb. 9–11).



Abb. 9 Teilansicht von ‚Uniab-Town‘, einer größeren, konzentriert angelegten Siedlung (siehe Abb. 11): Die nach NNE geöffneten, halbmondförmigen Steinsetzungen sind die Reste vor allem von Windschirmen (A). Die beiden Rundhütten gehören zu anderen Siedlungen in weiterer Entfernung vom Uniab. (B, C) Erkennbar ist eine zentrale Feuerstelle und eine Hütte mit ‚Raumteiler‘ (Maßstab 2 m). (D) ist eine sorgfältige gesetzte Feuerstelle. Die Mehrzahl der Datierungen aus diesem Raum fallen in das Mittelalter (1000–1300 n. Chr. / AD). Es ist jedoch noch ungeklärt, ob die Siedlungsreste aus verschiedenen Phasen dieser Zeitscheibe stammen. Fotos: BLÜMEL 2006

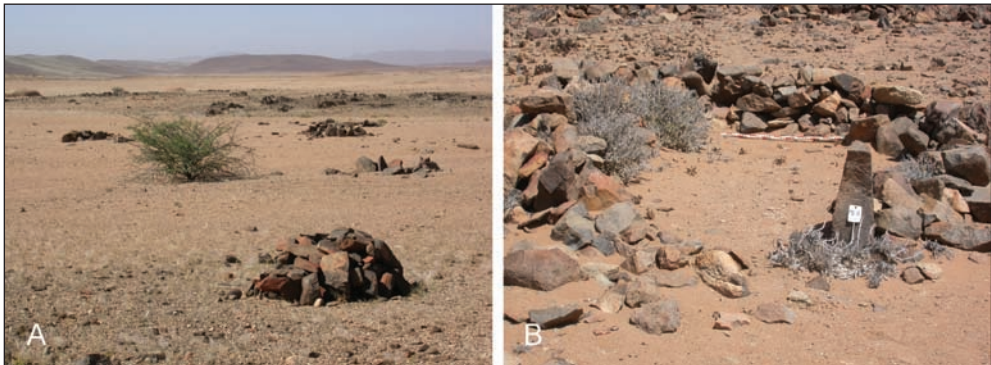


Abb. 10 (A) Siedlung in der ‚Murmel-Ebene‘ (nordwestliches Brandberg-Vorland): im Vordergrund eine gut erhaltene Vorratskammer mit einer Öffnung nach oben. Die Lokalität wurde bereits von SPEICH (2005) beschrieben und konnte von uns auf 1449–1609 AD (Kleine Eiszeit) datiert werden. (B) Steinsockel einer Rundhütte aus dem Messum-Krater. Die Messum-Steinsetzungen entstanden im 13. und 14. Jahrhundert n. Chr. Fotos: BLÜMEL 2006

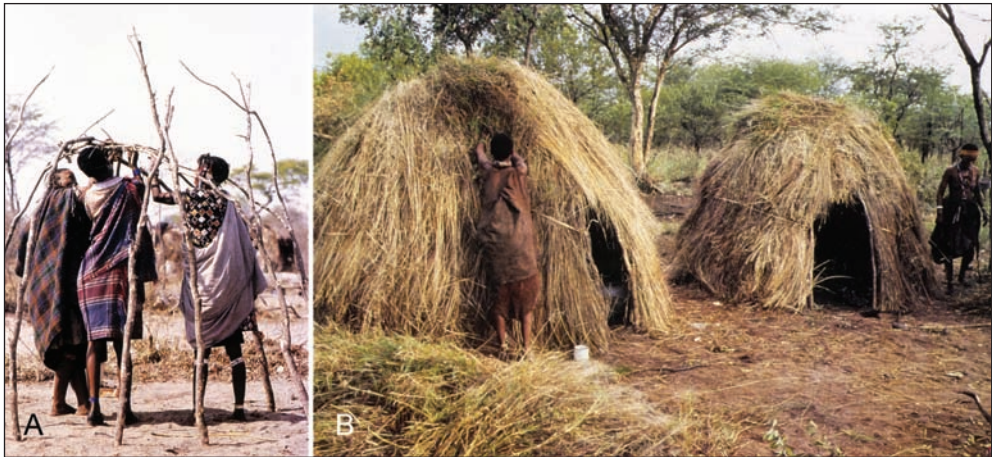


Abb. 11 (A, B) Noch heute bauen Kalahari-Buschleute Rundhütten aus biegsamen dünnen Stämmen. In den lockeren Sedimenten an der Skelettküste benötigten die Hüttengerüste ein Widerlager aus groben Blöcken oder Geröllen („Steinsetzungen“; siehe Abb. 9, 10).

Die Frage nach jungen Klimaschwankungen in der vermeintlich klimastabilen Extremwüste gewinnt durch diese ungewöhnlichen, bisher kaum datierten Funde neue Impulse. Zwei vor einigen Jahren aus Feuerstellen gewonnene Holzkohle- und Knochenproben stellten die Funde mit 950 und 650 Jahren vor heute (unkalibrierte ^{14}C -Daten) in das Mittelalter. Eine mehrwöchige Geländekampagne zur Suche, Kartierung und Beprobung solcher Siedlungen fand im Südsommer 2006 statt. Neben der Skelettküsten-Wüste wurden Gebiete im Umland des Brandbergs, im Numas-Tal des Brandbergs, im Messum-Krater, in den Zerrissenen Bergen, der Murrel-Ebene u. a. untersucht. Beobachtungen, bisherige Befunde sowie Datierungen werden im Folgenden dokumentiert. Weitere Geländearbeiten folgen 2008.

Vom Bauprinzip her lassen sich bei den Buschmann-Hütten zwei formale Typen unterscheiden:

- *Windschirme*: Dies sind halbkreis-/halbmondförmige, entgegen der Hauptwindrichtung geöffnete Behausungen. Die Breite beträgt meist etwa 2–2,5 m. Häufig findet sich eine Feuerstelle unmittelbar vor der Öffnung (Abb. 9).
- *Rundbogen- oder Spitzbogenhütten*: Sie wurden kreisförmig und weitgehend geschlossen angelegt mit Durchmesser von 2,20 bis 3,00 m. Ein deutlich kleinerer Eingang als bei den Windschirmen liegt stets im Lee. Manche Hütten verfügen über eine zentrale Feuerstelle im Inneren, andere sind wohl in zwei Kammern aufgeteilt worden (Abb. 9). Der Bau dieses Hüttentyps ist wesentlich aufwändiger als der von Windschirmen und spricht damit auch für einen längeren Aufenthalt seiner Bewohner (vgl. Abb. 11).

Kleine ‚amorphe‘ Steinhaufen bei den Rundhütten und Windschirmen dürften Vorratskammern gewesen sein (vgl. SPEICH 2002). Gräber finden sich vereinzelt in der Fläche verteilt.

Es sind keine klaren Strukturen in der räumlichen Verteilung der ehemaligen Hütten zu erkennen. Stellenweise liegen diese dicht beieinander, vergleichbar kleinen Weilern, oft sind Einzelbauten weitständig verstreut in der Fläche anzutreffen. Die konzentrierte Siedlung

‚Uniab-Town‘ (Abb. 7) macht in Bezug auf die Zahl der Windschirme und Rundhütten eine Ausnahme unter den bisherigen Fundplätzen.

Wer waren die Erbauer dieser Hütten, und wovon lebten sie? Wir nehmen an, dass es Jäger- und Sammler-Kulturen waren, die in paläoklimatischen Feuchtphasen die neuen Lebensräume eroberten. Ausgangspunkt solcher Bewegungen könnte der Brandberg gewesen sein, der für seine Zehntausende von Felsmalereien bekannt ist und als Kernraum steinzeitlich/jung-holozäner Kulturentwicklung im mittleren Namibia betrachtet wird (BREUNIG 2003, LENZEN-ERZ und ERZ 1993). Folgt man den bisherigen Veröffentlichungen (stellvertretend siehe KINAHAN 1991), so waren es Pastoralnomaden, die mit ihren Herden in die ergrünte Wüste zogen. Bei unseren Ausgrabungen von Feuerstellen kamen zahlreiche Knochenfragmente von Jagdwild (Antilopen) zu Tage; bisher aber fehlen Schaf oder Ziege darunter (siehe Kap. 6.1).

Liegt hier also nur eine episodische oder saisonale nomadische Nutzung der Hütten oder eine längere „Sesshaftigkeit“/Siedlungskontinuität vor? Waren es größere Gruppen gleichzeitig oder nur kleine Jagdgesellschaften, die ältere Behausungen erneut benutzt haben? Gruppensiedlungen wie ‚Uniab-Town‘ sprechen zumindest für ein gleichzeitiges Miteinander größerer Gruppen. Gab es Perioden des Verfalls im Nutzungszeitraum? Aufgrund des unterschiedlichen Erhaltungszustandes könnte es sich um mehrere Generationen von Hütten und damit eventuell um mehrere Siedlungswellen handeln. Diese Fragen lassen sich heute noch nicht befriedigend beantworten. Dennoch sind einige Hypothesen und Folgerungen zur damaligen Umwelt und Lebensraumausstattung abzuleiten.

6. Die Rekonstruktion der Paläoumwelt

6.1 Anforderungen an die Umwelt

Die von uns in Feuerstellen gefundenen Knochenreste geben Auskunft über einen Teil des Nahrungsspektrums, das die Hüttenbewohner nutzen konnten. Es sind fast ausschließlich Antilopen verzehrt worden,³ – keine Fische und Vögel, keine Schaf- oder Ziegenknochen. Aus einer Feuerstelle wurde ein Löwenknochen geborgen und auch der singuläre Fund von Robbenknochen stellt eine Ausnahme dar. In Atlantiknähe finden sich stellenweise Anhäufungen von Muscheln, die offensichtlich auch gesammelt und verzehrt wurden.

Betrachtet man die bisher bekannte Zahl der Siedlungsreste und ihre Verteilung im Raum (vgl. Abb. 7), so lassen sich einige Anforderungen des Menschen und von dessen Jagdbeute an die damalige Umwelt ableiten und damit indirekte Schlussfolgerungen über den vorzeitlichen Klima- und Landschaftscharakter ziehen. Die heutige sterile Wüste konnte – trotz der episodischen Durchflüsse des Uniab – in keiner Weise die erforderlichen Ressourcen zur Verfügung stellen:

- Zum Bau der weit in der Fläche verteilten Hütten muss zumindest Buschwerk vor Ort gewachsen sein, das biegbare, lange Ruten für ein Gerüst lieferte und mit einfachen Stein-

3 Folgende Arten wurden von Frau Dr. D. MÖRIKE (Naturkundemuseum Stuttgart) identifiziert: Elenantilope (*Taurotragus oryx*), Oryx-Antilope (*Oryx gazella*), Springbock (*Antidorcas marsupialis*), Buschbock (*Tragelaphus scriptus*), Riedbock (*Redunca arandinum*), Ducker (*Sylvicapra grimmia*), Löwe (*Panthera leo*), Zwergseebär (*Arctocephalus pusillus*).

werkzeugen bearbeitbar war. Zum Abdichten gegen Wind, Nebel (und Regen?) wurde Blattwerk und vielleicht auch Gras verwendet (Abb. 11). Zusätzlich sind möglicherweise Felle der Jagdbeute aufgelegt worden.

- Holz wurde zudem für die Feuerstellen benötigt. Die Holzkohlereste weisen darauf hin, dass es wohl bevorzugt dünneres Astwerk war, das benutzt wurde. Es war leicht zu gewinnen und zu brechen, musste aber auch in entsprechender Menge vor Ort gesammelt werden können. (Bestimmungen der Arten konnten noch nicht durchgeführt werden.)
- Es muss längerfristig Wasser zur Verfügung gestanden haben. Manche Siedlungen wie ‚Uniab-Town‘ liegen in der Nähe noch heute existierender Feuchtstandorte (Ried; Abb. 7). Es sind Stellen oberflächennahen Grundwassers, das aus dem Hinterland in Richtung Atlantik strömt. Die weitaus größte Anzahl einzelner Steinsetzungen und Kleingruppensiedlungen liegt aber weit entfernt von solchen Wasserstellen. Es kann postuliert werden, dass früher zumindest saisonal auch in der Fläche Wasser in Kolken o. ä. für Mensch wie auch Jagdwild zugänglich war.
- Als potentielle Beute stand ein breites Spektrum an Savanntentieren zur Verfügung, von der größten afrikanischen Antilope (Elen-Antilope) über Oryx und Springbock bis hin zum kleinen Ducker. Dass auch Löwen dort vorkamen, kann vielleicht als Hinweis auf eine große Zahl an möglichen Beutetieren in diesem Raum gewertet werden.
- Ob den Antilopen tatsächlich auch Gras zum Äsen zur Verfügung stand, die Namib dort tatsächlich einen ‚Savannencharakter‘ hatte, ist noch ungeklärt. Gräser benötigen zeitlich gestaffelte Niederschläge. Der Durchflussbereich des Uniab oder kleinerer episodischer Flüsse reicht dafür nicht aus. Vereinzelte Überflutungen der ‚Aue‘ dienen allenfalls tiefer wurzelnden Gehölzen und Büschen, ernähren aber keine üppige Gras- und Krautflur.

Fügt man diese Beobachtungen und Folgerungen zu einer hypothetischen Rekonstruktion des damaligen Naturraums zusammen, resultiert für die heutige Skelettküsten-Wüste eine Savannenlandschaft, wie sie sich in Abbildung 12 zeigt: Gräser und Kräuter (?) sowie Zwergsträucher wuchsen in der Fläche. Das Zuschusswasser in den Tiefenlinien und Gerinnebetten ermöglichte das Wachstum von Buschwerk, höheren Sträuchern und kleineren Bäumen. Voraussetzung hierfür ist jedoch entsprechender autochthoner (örtlicher gefallener) Niederschlag, d. h., es muss über einen längeren Zeitraum hinweg jahreszeitlich vor Ort geregnet haben, um die Wüste in ein Savannenökosystem mit reichhaltiger Fauna verwandeln zu können. Singuläre Regenfälle, wie sie auch zum heutigen Wüstensystem gehören und Teile der Wüste kurzfristig ergrünen lassen, genügen dazu nicht.⁴

Es gibt weitere Indikatoren für eine hygriisch bedingte Landschaftsveränderung in diesem Teil der Skelettküsten-Wüste: Die in Südwestafrica endemische Pflanze *Welwitschia mirabilis* kann ebenfalls als indirektes Zeugnis für ein Savannenökosystem betrachtet werden (Abb. 13). Sie wird zumeist als typische Wüstenpflanze eingestuft, ist *de facto* aber eine Savannenpflanze, die der Botaniker WELWITSCH in Angola entdeckt und beschrieben hatte. Für einen erfolgreichen Nachwuchs benötigt der Sämling mindestens 10–15 Jahre mit gutem Feuchtigkeitsangebot, um ein intensives Wurzelwerk anzulegen. Als reliktsche Pflanze bezeugt die *Welwitschia* höhere lokale Niederschläge und savannenartige Vegetationsgesellschaften in der heutigen Wüste. Es können mehrere Generationen von Welwitschien ausge-

4 Eine intensivere Diskussion der Befunde und ihrer Interpretation – vgl. EICHORN und VOGELSANG 2007 – wird erst nach weiteren Untersuchungen erfolgen können.



Abb. 12 Mögliches Landschaftsbild, wie es auf Grund der archäologischen und geomorphologischen Befunde für den Bereich der heutigen extremen Skelettküsten-Wüste für die mittelalterliche Periode (900–1400 n. Chr.) rekonstruiert werden könnte. Das Bild zeigt den grünen Regenzeit-Aspekt. Foto: BLÜMEL 2006



Abb. 13 Die *Welwitschia mirabilis* als vermeintliche Wüsten-Pflanze kann als Relikt feuchterer Klimabedingungen angesehen werden. Sie ist eigentlich in Savannenökosystemen zu Hause. In unmittelbarer Atlantiknähe tritt sie jedoch nicht mehr auf. Ihre heutige Verbreitung zeigt eine frühere Westwärtsverlagerung des Wüstenrandes bzw. ein Vorrücken der Savanne gegen die Wüste an. Da offensichtlich verschieden alte Exemplare im gleichen Gebiet angetroffen werden, könnte dies ebenfalls ein Hinweis auf frühere hygrische Schwankungen bedeuten. Foto: BLÜMEL 2006



Abb. 14 An mehreren Stellen durchziehen kleinere Täler die alten Geröll- und Kiesflächen der Skelettküsten-Wüste. Sie sind heute inaktiv und versandet. Es sind keine Fremdlingsflüsse: Ihre Anlage geht auf vorzeitliche, sehr intensive örtliche Niederschläge zurück. Foto: BLÜMEL 2008

gliedert werden. Die ältesten Exemplare werden auf 2000 Jahre geschätzt. Die ersten Exemplare treten im Bereich der Skelettküste ca. 20 km vom Atlantik entfernt auf. Sie zeigen zumindest ein Vordringen der Savannengrenze nach Westen und verstärkten Abfluss an.

Auch geomorphologische Spuren geben Hinweise auf örtliche Niederschläge in der heutigen Extremwüste (Abb. 14): Es sind Täler, die heute inaktiv und versandet sind und die ihr Einzugsgebiet innerhalb dieses Raumes haben. Zur entsprechenden Abflussbildung und Erosion sind sehr effiziente konvektive (Stark-)Regen erforderlich. Ob die in Abbildung 14 erkennbaren, vorzeitlichen Uniab-Tributäre auch zeitlich mit der oben postulierten ‚Siedlungsphase‘ korrelieren, ist noch nicht gesichert.

Zur Erklärung einer solchen ‚Grünen Namib‘ bieten sich drei Hypothesen an:

- Es gab längere Phasen, in denen der Kaltwasserauftrieb des Benguela-Stroms aussetzte und sich konvektive Niederschläge über dem Atlantik entwickeln konnten. Dazu musste die atlantische Hochdruckzelle westlich von Namibia weichen und die Auftriebszirkulation zusammenbrechen. In der Konsequenz würde dies eine Periode oder mehrere längere Wechselfolgen von El-Niño-Ereignissen bedeuten („Mega-El Niño“). CAVIEDES (2005) diskutiert Paläo-El Niños, ihre Telekonnektionen und historische Bedeutung. Eine für den südwestafrikanischen Raum zutreffende Rekonstruktion ist jedoch nicht erkennbar. Hier könnten eventuell höher auflösende Untersuchungen an Meeressedimenten spezifische Informationen liefern.
- Die Vorstellung einer größeren Reichweite und höheren Ergiebigkeit sommermonsunaler Niederschläge und damit einer insgesamt stärkeren randtropischen Zirkulation erscheint jedoch wahrscheinlicher. Es hat im Laufe des Holozäns hygrische Veränderungen an den Wüstengrenzen und in den Einzugsgebieten der südwestafrikanischen Fremdlingsflüsse

gegeben (vgl. Kap. 4, 6.3). Einer mittelalterlichen Feuchtphase in der Namib entspricht möglicherweise eine ähnliche Entwicklung in der Atacama. Hier konnten für die sogenannte „Späte Zwischenperiode“⁵ autochthone Niederschläge am Fuß der Anden nachgewiesen werden (siehe Kap. 1). Dabei wurde die tropische Zirkulation derart modifiziert und verstärkt, dass die sommerlichen Niederschläge über die Anden hinweg bis in den pazifikhnen Atacama-Bereich gelangten. Folglich wird die Eingangshypothese nach der möglicherweise globalen Wirksamkeit eines ‚mittelalterlichen Wärmeoptimums‘ immer wahrscheinlicher (Tab. 1 und 2). Der Erwärmung und ihren positiven Folgen für die Landwirtschaft in Europa steht offensichtlich eine bedeutsame Zunahme der Niederschläge in den angesprochenen Trockengebieten gegenüber. Die Savannenökosysteme dehnten sich aus, die Wüstenareale schrumpften oder verschwanden zeitweilig vollständig.

- Die Verschiebung des subtropischen Kap-Provinz-Klimas mit seinen zyklonalen Westwindeinflüssen nach Norden ist eine weitere, jedoch nur sehr theoretische Möglichkeit, klimatischen Wandel in der Namib zu begründen.

6.2 Zur zeitlichen Stellung der Hüttensiedlungen

Aus den bisher vorliegenden absoluten Altersbestimmungen (Tab. 1 und 2) geht hervor, dass die Siedlungsreste im Uniab-Gebiet der Skelettküsten-Wüste fast ausschließlich in das Mittelalter fallen (800–1300 n. Chr.). Die bisherige Anzahl der Datierungen reicht nicht aus, um stärker differenzierte Aussagen zu treffen, z. B. zur Frage einer durchgehenden Nutzung dieses Lebensraumes, zu möglichen Phasen menschlicher Aktivitäten o. ä. Deswegen müssen im Jahr 2008 weitere Fundplätze aufgespürt und beprobt werden.

Etwas anders lauten die Datierungsergebnisse im Umland des Brandbergs aus dem Gebiet des Tafelkop und des Messum-Kraters: Zahlreiche Lokalitäten fallen dort in die Neuzeit, in Jahrhunderte, die zur sogenannten *Kleinen Eiszeit* zu rechnen sind (vgl. Tab. 1 und 2). Diese Räume repräsentieren den heutigen Wüstenrandbereich. Möglicherweise blieben hier die Lebensmöglichkeiten für Jäger und Sammler am Ende der ‚Mittelalterlichen Feuchtzeit‘ noch länger erhalten bzw. wurden diese Gebiete in feuchteren Abschnitten der Kleinen Eiszeit erneut besiedelt (Fluktuationen des Wüstenrandes). Gleichzeitig fällt auf, dass – im Unterschied zum Uniab – das Mittelalter weiter östlich im Bereich der heutigen Wüstengrenze deutlich schwächer vertreten ist. Nur die Siedlungen im Messum-Krater fallen noch in diese Periode; das Gebiet gehört aktuell zum besonders trockenen Kernbereich der Namib.

Im Brandberg selbst sind Siedlungen des ausgehenden Atlantikums (ca. 6000 Jahre vor heute) ebenso vertreten wie solche der Eisenzeit (400 v. Chr.) und der *Kleinen Eiszeit* (1400 – 1800 n. Chr.) mit ihren potentiellen Klimafuktuationen (Abb. 15). Dies dokumentiert erneut die Funktion des Brandbergs als durchgehender Rückzugsraum und ‚Oase‘ im vor- und frühgeschichtlichen Geschehen Südwestafrikas.

6.3 Streitpunkt Kleine Eiszeit – feuchter oder trockener?

Bereits VOGEL und RUST (1990) hatten mit ihrem Beitrag „Ein in der Kleinen Eiszeit begrabener Wald in der Namib“ eine Diskussion zu Art und Ursache des geänderten Abflussverhaltens ausgelöst. Die Autoren führen aus, dass der Galeriewald des Hoanib-Flusses in der

5 MÄCHTLE 2007, S. 44f.

Tab. 1 Datierungsergebnisse Uniab. Die bisherigen Altersbestimmungen an Siedlungsresten zeigen, dass im Bereich der extremen Skelettküsten-Wüste (Uniab) das Frühe und vor allem Hohe Mittelalter vertreten ist. – Die Zeiten sind mit konventionellen ¹⁴C-Datierungen (Jahre vor heute/1950) und in kalibrierter Form (Kalenderjahre Anno Domini/ vor oder nach Chr.) angegeben. Radiometrische Altersbestimmung: Dr. B. KROMER, Heidelberger Akademie der Wissenschaften

Lokalität/Nr.	Konventionelle ¹⁴ C-Datierungen	Datierung in kalibrierter Form Alter 1σ AD/BC
UN-D10	832±18	AD 1185–1251
UN-D11	918±39 HK	AD 1043–1160
UN-D16	1072±39	AD 899–1017
UN-D20	918±37	AD 1043–1159
UN-E8	819±17	AD 1215–1252
UN-B1	1545±28	AD 640–?
UN-B4	777±34	AD 1225–1270
UN-B11	807±30	AD 1217–1260
UN-B22	1397±35	AD 620–660
UN-C-1	857±33 K 651±39 HK	AD 1156–1223 AD 1286–1388
UN-C1-3		
UN-C1-4 bis UN-C1-5	826±34	AD 1187–1257
UN-C4	885±33	AD 1052–1212
UN-C5-1	1191±22	AD 782–878

 0–1000 n. Chr.  1000–1300 n. Chr.


Namib durch dessen eigene Sedimente verschüttet wurde, weil die Niederschläge nachließen und der Fluss seine Fracht bereits weiter inlands absetzen musste. Es entstand so ein Binnenfächer aus sogenannten Flutauslaufsedimenten (*river end deposits*; Abb. 16–18). Die Gegenhypothese lautete, es seien hochenergetische Abflüsse oder Hochflutsedimente (*flood outs* oder *slack water deposits*) aus unregelmäßigen Starkregenereignissen, die diese Verschüttung bewirkten und daher keinen Hinweis auf eine verstärkte Aridisierung des Klimas bedeuten (HEINE und HEINE 2002, HEINE 2004, 2005).


Erneute Untersuchungen von EITEL et al. (2005) stützen dagegen die grundlegende Interpretation von VOGEL und RUST (1990) – *river end deposits*/Flutauslaufsedimente – basierend auf neuen OSL- und ¹⁴C-Datierungen und sediment-petrographischen Charakteristika:

- Die Amspoort-Silts wurden im engen Hoanib-Tal abgelagert, begrenzt von steilen Felspartien.
- Es sind gut geschichtete, dünne Sedimentstapel aus schluffig-sandigen Lagen eines schwach-energetischen Flusses ohne jegliche Einlagerungen größerer Gerölle.
- Ihre Ablagerung erfolgte im zentralen Talbereich und nicht als randliche Deposition ‚überschwappende‘ Suspensionsfracht.
- Die Amspoort-Silts finden sich nur in einem bestimmten Laufabschnitt mit klar bestimm- baren Anfangs- und Endpunkt.

Tab. 2 Datierungsergebnisse: Messum, Brandberg, Tafelkop. In heute weniger extremen Räumen und Halbwüsten- gebieten datieren vorzeitliche Siedlungsplätze auch in Phasen der Kleinen Eiszeit. – Die Zeiten sind mit konventio- nellen ¹⁴C-Datierungen (Jahre vor heute/1950) und in kalibrierter Form (Kalenderjahre Anno Domini/vor oder nach Chr.) angegeben. Radiometrische Altersbestimmung: Dr. B. KROMER, Heidelberger Akademie der Wissenschaften

Lokalität/Nr.	Konventionelle ¹⁴ C-Datierungen	Datierung in kalibrierter Form Alter 1σ AD/BC
Me-3-1	670±16	AD 1285–1379
Me-6-1	564±33	AD 1321–1414
Me-6-2	754±25	AD 1254–1281
Me-6-3	355±28	AD 1472–1626
Ko-A4	262±28	AD 1529–1793
Br-4-1	5952±37	BC 4898–4785
Br-4-2	341±39	AD 1487–1633
Br-4-4	262±38	AD 1524–1797
Br-5	2337±34	BC 477–377
Br-5	168±38	AD 1666–1952
Br-7	346±22	AD 1488–1630
Br-12	253±25	AD 1642–1792
Br-13	186±16	AD 1666–1951
Ta-1	208±20	AD 1657–1951
Ta-7	355±20	AD 1474–1620
Ta-10-1	623±19	AD 1299–1391
Ta-10-2	449±25	AD 1433–1450
Ta-10-3	390±22	AD 1449–1609
Ta-10-4	365±19	AD 1467–1617

 älter als 2000 Jahre

 1000–1300 n. Chr.

 jünger als 1300 n. Chr.

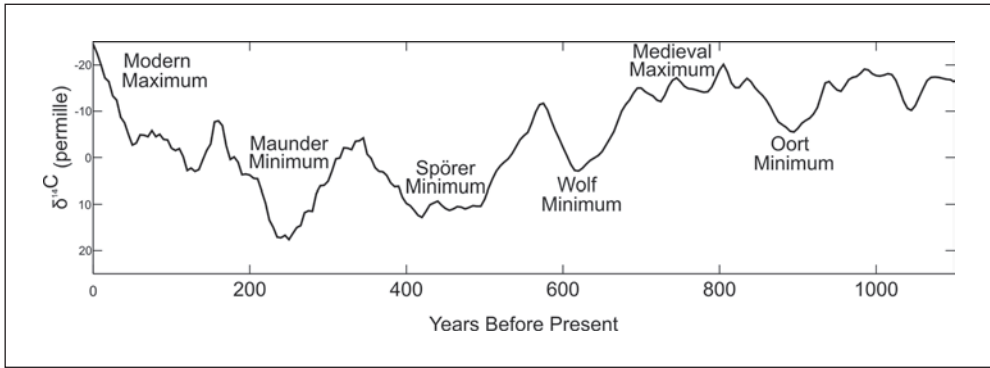


Abb. 15 Das verminderte Auftreten von Sonnenflecken (Minima) wird derzeit als eine wichtige Ursache für Phasen der Klimaverschlechterung (Abkühlung, erhöhte Klimavariabilität usw.) in der ‚Kleinen Eiszeit‘ diskutiert. (Quelle: Wikipedia.org)

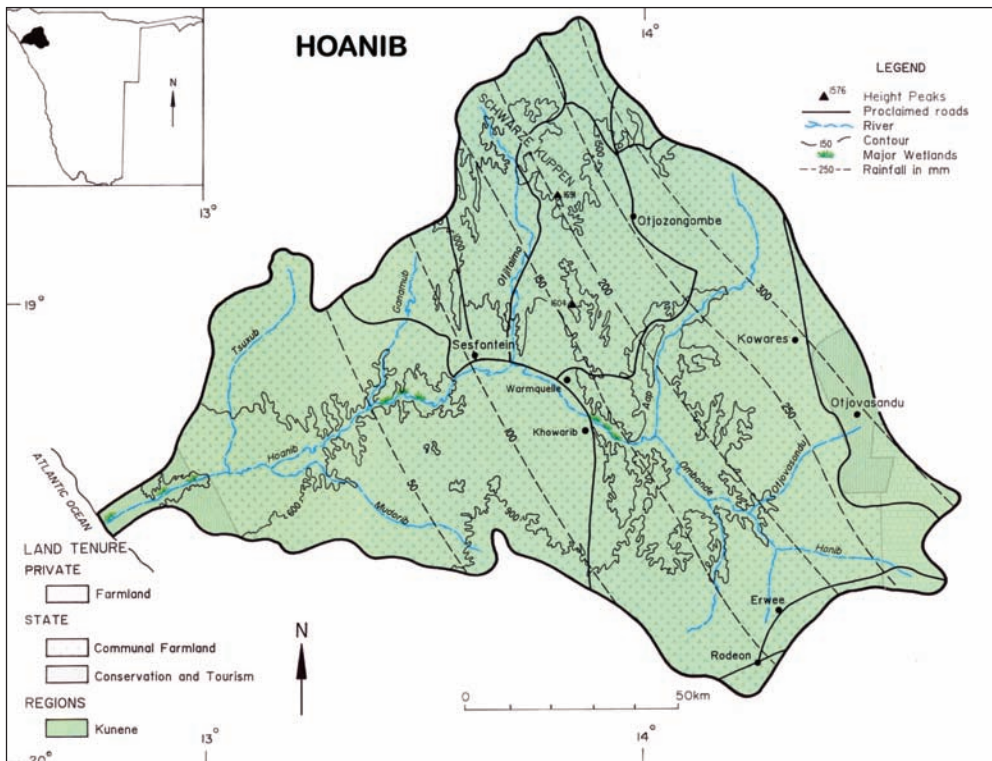


Abb. 16 Das Einzugsgebiet des Hoanib-Riviers im Bereich der hyperariden Wüste Namib mit heutigen Niederschlägen deutlich unter 50mm/Jahr (ergänzt nach JACOBSON et al. 1995). Die Amspoort-Sedimente liegen im Mündungsbereich des Tsuxub-Flusses.



Abb. 17 Die Amsport-Silts (Hoanib-Rivier): Gut geschichtete schluffig-sandige Ablagerungen haben einen Galeriewald im unteren Lauf des Hoanib verschüttet und sind bis heute wieder stark ausgeräumt worden. Ein neuer Galeriewald wächst im gegenwärtigen Erosionsniveau. Foto: BLÜMEL 1998

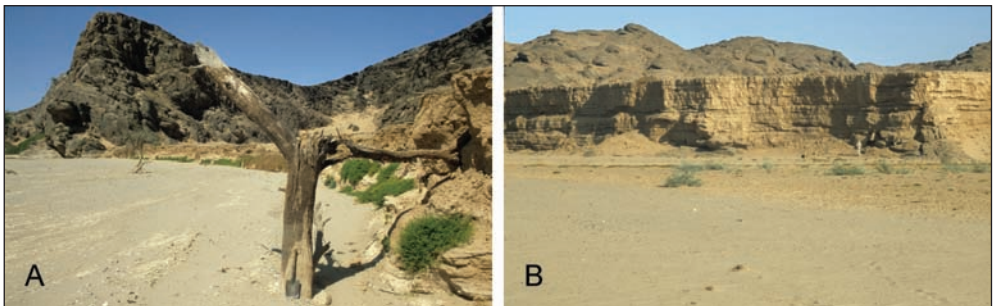


Abb. 18 (A) Bei der Verschüttung des Hoanib-Flusslaufs sind Bäume *in situ* begraben worden und werden durch die aktuelle Erosion wieder freigelegt. (B) Sowohl die Altersbestimmung an den abgebildeten Sedimenten (1470–1650 AD) wie an den ‚exhumierten‘ Bäumen (1480–1680 AD) belegt, dass die Verschüttung während der Kleinen Eiszeit mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund abnehmender Niederschläge stattgefunden hat. Fotos: BLÜMEL 2002

- Die Sedimentationsalter zeigen eine flussaufwärts gerichtete Verlagerung der Deposition, was auf eine zunehmende Aridisierung im Haupteinzugsgebiet des Hoanib hinweist (EITEL et al. 2005).
- Es sind Bäume des Galerie-Waldes *in situ* (stehend) verschüttet worden, die durch die aktuelle Erosion wieder freigelegt werden. ^{14}C -Datierungen an den Hölzern bestätigen – wie die OSL-Alter der Sedimente – die Dynamik und den Zeitraum der Ablagerung im Sinne von VOGEL und RUST (1990) zwischen dem 15. und 17. Jahrhundert (Abb. 18).

Am Beispiel der Amspoort-Silts wird letztlich wiederum eine klimatische Änderung vor allem im Hoanib-Einzugsgebiet des Namibischen Hochlands und allenfalls im Bereich des Wüstenrandes signalisiert. Die angesprochenen Sedimente liegen zwar im Bereich der heutigen Vollwüste, sind aber *sensu strictu* das Korrelat allochthoner Wässer aus dem wesentlichen feuchteren Hinterland (siehe Kap. 2). Sie stehen für das Phänomen hygrischer Fluktuationen im Namib-Randbereich (*shifting desert margins*). Es sind Indikatoren für Veränderungen in der Reichweite und Ergiebigkeit des Regen bringenden Windsystems (*palaeo-monsoon*) im südlichen Afrika. Als Erklärung könnten Abschwächungen der randtropischen Zirkulation angeführt werden, die mit den atmosphärischen Abkühlungsphasen durch Änderungen der Sonnenfleckenaktivitäten (siehe Abb. 15) zusammenhängen. Zurzeit wird diese Hypothese als Erklärung für die verschiedensten global beobachtbaren Klimavariabilitäten favorisiert, die unter dem etwas irreführenden Begriff *Kleine Eiszeit* zusammengefasst werden.

Bezogen auf die Frage einer klimatischen Reaktion der Wüste Namib im engeren Sinne kann lediglich festgestellt werden, dass Siedlungsspuren in der Extremwüste an der Skelettküste aus den letzten fünfhundert Jahren nicht mehr zu finden sind (Tab. 1 und 2). Im Bereich des heutigen Wüstenrandes, wie Brandberg, Tafelkop, Twyelfontein u. a., existieren Steinsetzungen, die noch in die Periode der *Kleinen Eiszeit* fallen (Tab. 1 und 2). Ob sie in ihrer Anlage und Nutzungsdauer mit einer Aridisierung der Großregion und damit einer Wüstenausweitung nach Osten korrelieren, muss noch näher untersucht werden.

7. Fazit

Es werden aus Geländebeobachtungen, geoarchäologischen Befunden und Datierungen hypothetische Vorstellungen über einen jungholozänen Landschaftswandel in der Wüste Namib abgeleitet. Es gibt klare Hinweise darauf, dass innerhalb der letzten zwei Jahrtausende hygrische Veränderungen im Bereich der Wüstengrenze (Saum der ‚Großen Randstufe‘ und entsprechende Abschnitte der Randstufenlücke) stattgefunden haben. Sie dokumentieren sich vor allem in den fluvialen Geoarchiven allochthoner Flüsse, welche die Namib durchqueren.

Aus bisher vorliegenden numerischen Altersbestimmungen an Siedlungsresten sowie aus geomorphologischen und geobotanischen Indikatoren ergeben sich Hinweise darauf, dass im Bereich der atlantiknahen, extremen Küstenwüste während des Hohen Mittelalters (1000–1300 n. Chr.) örtliche Niederschläge gefallen sind, die einen beträchtlichen Landschaftswandel bewirkten. Die Ursache könnte in einer größeren Reichweite und Intensität des Monsuns liegen, was mit der globalen Wirkung des aus Europa und höheren Breiten bereits bekannten ‚Mittelalterlichen Wärmeoptimums‘ zeitlich korrelieren würde. Die nachfolgende Klimaphase der ‚Kleinen Eiszeit‘ dokumentiert sich in Änderungen der fluvialen Geomorphodynamik und einem Fehlen menschlicher Aktivitäten im Bereich der Skelettküsten-Wüste.

Dank

Die Autoren danken der Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde zu Stuttgart e. V. für die großzügige Förderung des Forschungsvorhabens, das sowohl physisch-geographische wie völkerkundliche Aspekte in idealer Weise verknüpft. Gedankt sei auch dem *Ministry of Environment and Tourism* sowie dem *National Heritage Fund of Namibia* für die Forschungserlaubnis. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) sei für die Unterstützung früherer Untersuchungen gedankt, auf die im Beitrag Bezug genommen wurde. Dr. B. KROMER (*Arbeitsstelle Archäometrie der Heidelberger Akademie der Wissenschaften*) verdanken wir die radiometrischen Altersbestimmungen.

Literatur

- BESLER, H.: Geomorphologie der ariden Gebiete. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1992
- BLÜMEL, W. D.: Natural climatic variations in the Holocene: Past impacts on cultural history, human welfare, and crisis. In: BRAUCH, H. G., OSWALD SPRING, Ú., GRIN, J., MESJASZ, C., KAMERI-MBOTE, P., BEHERA, N. C., CHOUROU, B., and KRUMMENACHER, H. (Eds.): Facing Global Environmental Change: Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts. Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace Vol. 4, pp. 103–118. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2009
- BLÜMEL, W. D.: Klimafluktuationen – Determinanten für die Kultur- und Siedlungsgeschichte? Nova Acta Leopoldina NF 94, Nr. 346, 13–36 (2006)
- BLÜMEL, W. D., HÜSER, K., und EITEL, B.: Landschaftsveränderungen in der Namib. Geogr. Rundschau. 52, 17–23 (2000a)
- BLÜMEL, W. D., HÜSER, K., und EITEL, B.: Uniab-Schwemmfächer und Skelettküsten-Erg: Zusammenspiel von äolischer und fluvialer Dynamik in der nördlichen Namib. Regensburger Geogr. Schr. 33, 37–55 (2000b)
- BREUNIG, P.: Der Brandberg. Africa Praehistorica 17. Köln 2003
- BÜDEL, J.: Klima-Geomorphologie. Berlin, Stuttgart: Gebrüder Bornträger 1977
- CAVIEDES, C. N.: El Niño. Klima macht Geschichte. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2005
- CLAUSSEN, M., and GAYLER, V.: The greening of Sahara during the mid-Holocene: results of an interactive atmosphere – biome model. Global Ecology and Biogeography Letters 6, 369–377 (1997)
- CLAUSSEN, M., KUBATZKI, C., BROVKIN, V., GANOPOLSKI, A., HOELZMANN, P., and PACHUR, H.-J.: Simulation of an abrupt change in Saharan vegetation at the end of the mid-Holocene. Geophysical Research Letters 24, 2037–2040 (1999)
- EICHHORN, B., and VOGELSANG, R.: A pristine landscape? Archaeological and archaeobotanical research in the Skelton Coast Park, northwestern Namibia. In: BOLLIG, M., BUBENZER, O., VOGELSANG, R., and WOTZKA, H.-P. (Eds.): Aridity, Change and Conflict in Africa. Colloquium Africanum Vol. 2, pp. 145–164. Köln: Heinrich-Barth-Institut 2007
- EITEL, B.: Wüstenränder – Brennpunkte der Kulturentwicklung. Spektrum der Wissenschaft 5, 70–78 (2008)
- EITEL, B., BLÜMEL, W. D., and HÜSER, K.: Environmental transition between 22 ka and 8 ka in monsoonally influenced Namibia. A preliminary chronology. Z. Geomorph. NF Suppl.-Bd. 126, 31–57 (2002)
- EITEL, B., KADEREIT, A., BLÜMEL, W. D., HÜSER, K., and KROMER, B.: The Amspoort Silts, northern Namib desert (Namibia): formation, age and palaeoclimatic evidence of river-end deposits. Geomorphology 64, 299–314 (2005)
- GLASER, R.: Klimageschichte Mitteleuropas – 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 2001
- HEINE, K.: Little Ice Age climatic fluctuations in the Namib Desert, Namibia, and adjacent areas: evidence of exceptionally large floods from slack water deposits and desert soil sequences. Lecture Notes in Earth Sciences 102, 137–165 (2004)
- HEINE, K.: Holocene climate of Namibia: A review based on geoarchives. African Study Monographs. Suppl. 30, 119–133 (2005)
- HEINE, K., and HEINE, J. T.: A palaeohydrologic reinterpretation of the Homeb Silts, Kuiseb River, Central Namib Desert (Namibia) and palaeoclimatic implications. Catena 48, 107–130 (2002)
- HÜSER, K., BLÜMEL, W. D., und EITEL, B.: Geomorphologische Untersuchungen an Rivierterrassen im Mündungsbereich des Uniab (Skelettküste/NW-Namibia). Zbl. Geol. Paläont. Teil I, H. 1/2, 1–21 (1997)
- JACOBSON, P. J., JACOBSON, K. M., and SEELY, M. K.: Ephemeral Rivers and their Catchments: Sustaining People and Development in Western Namibia. Windhoek: Desert Research Foundation of Namibia 1995
- KINAHAN, J.: Pastoral Nomads of the Namib Desert. The People History Forgot. Windhoek: Capital Press 1991
- KRÖPELIN, S., VERSCHUREN, D., LÉZINE, A.-M., EGGERMONT, H., COCQUYT, C., FRANCUS, P., CAZET, J.-P., FAGOT, M., RUMES, B., RUSSELL, J. M., DARIUS, F., CONLEY, D. J., SCHUSTER, M., SUCHODOLETZ, H. VON, and ENGSTROM, D. R.: Climate-driven ecosystem succession in the Sahara: The past 6000 years. Science 320, 765–768 (2008)
- KRÖPELIN, S., und KUPER, R.: Holozäner Klimawandel und Besiedlungsgeschichte der östlichen Sahara. Geogr. Rundschau 59, 2–29 (2007)
- LAMB, H. H.: Klima und Kulturgeschichte. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1989
- LENSEN-ERZ, T., und ERZ, M. T.: Brandberg. Der Bilderberg Namibias. Stuttgart: Thorbecke 1993
- MÄCHTLE, B.: Geomorphologisch-bodenkundliche Untersuchungen zur Rekonstruktion der holozänen Umweltgeschichte in der nördlichen Atacama im Raum Palpa/Südperu. Heidelberg: Selbstverlag Geographisches Institut 2007
- PACHUR, H.-J., und ALTMANN, N.: Die Ostsahara im Spätquartär. Berlin, Heidelberg: Springer 2006

- PARKINGTON, J., and HALL, M.: Patterning in recent radiocarbon dates from Southern Africa as a reflection of pre-historic settlement and interaction. *The Journal of African History* 28/1, 1–25 (1987)
- RICHTER, J.: Studien zur Urgeschichte Namibias. *Africa Praehistorica* 3 (1991)
- SCHÖNWIESE, C.: *Klimaänderungen – Daten, Analysen, Prognosen*. Berlin, Heidelberg: Springer 1995
- SPEICH, R.: Die Wasserstelle von Gai-As. Bericht über eine archäologische Erkundung im Damaraland/Namibia. Windhoek: Namibia Wiss. Ges. 1998
- SPEICH, R.: Der Siedlungsplatz Ugab Crossing. Eine archäologische Notiz aus dem Distrikt Omaruru. *Journal Namibia Wiss. Ges.* 47, 1–14 (1999)
- SPEICH, R.: Die Bauten der Wanderhirten. Beobachtungen zur Steinkreis-Architektur in Namibia. *Journal Namibia Wiss. Ges.* 50, 89–130 (2002)
- SPEICH, R.: Siedlungen der Wanderhirten zwischen Huab und Cape Cross. *Journal Namibia Wiss. Ges.* 53, 39–75 (2005)
- TYSON, P. D., LEE-THORP, J., HOLMGREN, K., and THACKERAY, J. F.: Changing gradients of climate change in southern Africa during the past millennium: implications for population movements. *Climatic Change* 52, 129–135 (2002)
- VOGEL, C., and RUST, U.: Ein in der Kleinen Eiszeit (Little Ice Age) begrabener Wald in der nördlichen Namib. *Berliner Geogr. Studien* 30, 15–34 (1990)

Prof. Dr. Wolf Dieter BLÜMEL
Universität Stuttgart
Institut für Geographie
Azenbergstraße 12
70174 Stuttgart
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 711 68581410
Fax: +49 711 68581472
E-Mail: bluemel@geographie.uni-stuttgart.de

Evolution und Menschwerdung

Vorträge anlässlich der Jahresversammlung vom 7. bis 9. Oktober 2005
zu Halle (Saale)

Nova Acta Leopoldina N. F., Bd. 93, Nr. 345
Herausgegeben von Harald ZUR HAUSEN (Heidelberg)
(2006, 282 Seiten, 65 Abbildungen, 3 Tabellen, 34,95 Euro,
ISBN-13: 978-3-8047-2370-2)

Evolution und Menschwerdung gehören noch immer zu den interessantesten Themen, mit denen sich die Naturwissenschaft auseinandersetzt und die die Öffentlichkeit faszinieren. Die Thematik verlangt eine interdisziplinäre Auseinandersetzung, für die eine Akademie wie die Leopoldina prädestiniert ist. Daher griff die Jahresversammlung 2005 verschiedene Aspekte hierzu auf.

Die Schwerpunkte der Tagung spiegeln den enormen Fortschritt der Erkenntnisse über das Evolutionsgeschehen und den veränderten Blickwinkel wider, der sich aufgrund des außerordentlich großen Wissenszuwachses und veränderter Diskussionsebenen in der Forschung, aber auch zwischen Wissenschaft und Gesellschaft ergeben. Die Evolution des Menschen und dessen physische, geistige und kulturelle Entwicklungstendenzen stehen dabei im Zentrum.

Der Band spannt den Bogen vom Urknall und der Bildung der Planetensysteme über die Entstehung des Lebens, die Entwicklung von Prokaryoten und Eukaryoten, die Evolution und das Sterben der Saurier, die Analyse von Insektenstaaten bis hin zu Fragen der Menschwerdung und Formen der menschlichen Kultur. Hier werden unter anderem „Das Sprachmosaik und seine Evolution“, die „Evolution durch Schrift“, Rituale, Religionen, Gemeinschaftsbildung und sozialer Wandel unter evolutionären Aspekten untersucht, aber auch „Bilder in Evolution und Evolutionstheorie“ sowie die „Griechischen Anfänge der Wissenschaft“ betrachtet.

Dynamik der Sahara im Klimawandel des mittleren und späten Holozäns

Martin CLAUSSEN ML (Hamburg)

Mit 6 Abbildungen

Zusammenfassung

Die größte Wüste der Erde, die Sahara, war im frühen und mittleren Holozän (etwa 11 000 bis 6000 Jahre vor heute) deutlich grüner als heute. Wahrscheinlich werden die Wechsel zwischen ariden und humiden Phasen in der Sahara durch Änderungen der solaren Einstrahlung, die mit periodischen Schwankungen der Erdumlaufbahn einhergehen, angeregt und durch Wechselwirkungsprozesse zwischen Atmosphäre, Vegetation und Ozean verstärkt. Theoretische Überlegungen deuten daraufhin, dass die Ausdehnung der Sahara im mittleren Holozän abrupt erfolgt sein könnte, entweder als einmaliger Übergang oder als mehrfacher Wechsel zwischen humider und arider Phase. Paläoklimatologische Befunde sind in dieser Hinsicht nicht eindeutig. Einige geologische Daten aus dem östlichen Teil der Sahara weisen keine abrupten Übergänge auf, andere Befunde aus dem westlichen und zentralen Teil der Sahara zeigen dagegen abrupte Einzel- oder Mehrfachübergänge. Bei diesen Daten handelt es sich jedoch um indirekte oder Stellvertreter(Proxy-)daten. Zur Überprüfung der verschiedenen Hypothesen zur Dynamik der Sahara werden unabhängige und detaillierte paläobotanische und paläoklimatologische Rekonstruktionen benötigt.

Abstract

The largest desert on Earth, the Sahara, was much greener than today during the early and mid-Holocene (about 11 000–6000 years before present). Interpretation of palaeoclimatic reconstruction by using climate system models indicate that this greening was triggered by changes in insolation due to periodic variations in the Earth orbit, and it was likely to be amplified by feedbacks between atmosphere, vegetation and ocean. Theoretical studies suggest that the expansion of Sahara at the end of the mid-Holocene could have been abrupt, either in the form of a single transition or in the form of multiple switches between wet and dry phases. Palaeoclimatic evidence is ambiguous. Some records of the eastern Sahara do not reveal abrupt transitions, other records, e.g., dust in marine sediments off the coast of West Africa or palaeobotanic evidence from the Central Sahara, do show abrupt transitions or multiple switches between climate phases. However, these proxy data are only indirect indicators of climate and vegetation changes. For the validation, or falsification, of hypotheses on Saharan dynamics independent and detailed palaeoclimatic and palaeobotanic reconstructions would be required.

1. Einleitung

Nach dem jüngsten Sachstandsbericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) nimmt in einem von Menschen durch Emission von Treibhausgasen verursachten wärmeren Klima der Niederschlag in den Gebieten der tropischen Niederschlagsmaxima sowie in den hohen nördlichen Breiten zu und in den meisten subtropischen Regionen ab. In anderen Regionen, insbesondere über Nordafrika, ist die Entwicklung möglicher Niederschlagsänderungen jedoch ungewiss. Die Streuung zwischen den Ergebnissen verschiedener Modellrechnun-

gen ist deutlich größer als das arithmetische Mittel des berechneten Klimaänderungssignals. Selbst das Vorzeichen möglicher Niederschlagsänderungen über großen Teilen Nord-Afrikas, einschließlich der Sahel-Region, scheint noch unbekannt zu sein.¹ Um mögliche Ursachen dieser Unsicherheit abschätzen zu können, erscheint eine Untersuchung der vergangenen Klima- und Vegetationsänderungen in den entsprechenden Regionen sinnvoll.

Aber nicht nur das Ausmaß und das Vorzeichen des Klimawandels, sondern auch die Frage, wie sich der Klimawandel in Nordafrika vollzieht – eher allmählich oder sprunghaft, abrupt – wird für die Entwicklung der Bevölkerung in den betroffenen Gebieten außerordentlich wichtig sein. Dies ist aus Beispielen der Klimageschichte hinlänglich bekannt (DE MENCAL 2001). Vermutlich haben sich Klima und Vegetation auch in Nordafrika abrupt geändert. Theoretische Studien, aber auch einige empirische Befunde scheinen darauf hinzudeuten. Insbesondere dieser Aspekt der Dynamik der Sahara wird in dem vorliegenden zusammenfassenden Aufsatz kritisch bewertet.

2. Die grüne Sahara

Paläobotanische und paläoklimatische Befunde deuten darauf hin, dass während des frühen und mittleren Holozäns, etwa von 11 500 bis 6000 Jahren vor heute, die Sahara deutlich grüner war als heute (PRENTICE et al. 2000). Die Sahel-Zone reichte in manchen Regionen bis zum nördlichen Wendekreis (JOLLY et al. 1998). Die Migration der Vegetationszonen wurde als Antwort des Klimasystems auf die Änderung der Erdumlaufbahn, welche die globale Verteilung der Sonneneinstrahlung und damit auch den Temperaturkontrast zwischen Ozean und Kontinent beeinflusst, interpretiert (SPITALER 1921, KUTZBACH und GUETTER 1986). Dieser sogenannte orbitale Antrieb scheint aber nicht hinreichend stark gewesen zu sein, die Verlagerung der Vegetation zu erklären (JOUSSAUME et al. 1999). CLAUSSEN und GAYLER (1997) fanden eine starke Rückkopplung zwischen Vegetation und Niederschlag – im Folgenden auch biogeophysikalische Rückkopplung oder biogeophysikalische Wechselwirkung genannt – vor allem im westlichen Teil der Sahara, welche die durch den orbitalen Antrieb angestoßene Zunahme des Sommermonsuns verstärkt und damit erst die Verschiebung der Vegetationszone nach Norden ermöglicht hat. CLAUSSEN und GAYLER (1997) erklären die positive, d. h. selbstverstärkende Rückkopplung mit der Wechselwirkung zwischen Reflexionsvermögen solarer Strahlung (Albedo) der Sahara und bewachsener Wüstenrandgebiete und der tropischen, atmosphärischen Zirkulation. Dies wurde bereits von OTTERMAN (1974) vermutet und später von CHARNEY (1975) in einem Modell beschrieben. CHARNEY (1975) nahm an, dass die hohe Albedo der Wüste zu einer Abkühlung der Atmosphäre über der Wüste führt, da am Oberrand der Atmosphäre die Sonneneinstrahlung, vermindert um die an hellen Flächen reflektierte Sonnenstrahlung, geringer ist als die von der Erdoberfläche ausgehende Wärmestrahlung. Oder mit anderen Worten: Hinsichtlich der Strahlung erscheint die Wüste für die Atmosphäre als Kältequelle. Die Abkühlung durch Strahlung über der Wüste bedingt eine Konvergenz von Luftmassen aus den umgebenden, relativ wärmeren Regionen und schließlich ein Absinken der Luftmassen über der Wüste. Die adiabatische Erwärmung der absinkenden Luftmassen kompensiert die strahlungsbedingte Abkühlung der Atmosphäre. Großräumige Absinkbewegungen unterdrücken Konvektion und damit konvektive Niederschläge. Eine

¹ Vgl. z. B. auf S. 767 in MEEHL et al. 2007.

Verringerung der Niederschläge wiederum wirkt sich negativ auf das Pflanzenwachstum in der Wüste aus, so dass durch den Rückgang der Vegetation die Helligkeit der Wüste zunimmt. Umgekehrt würde eine Zunahme des Bewuchses die Albedo der Landoberfläche vermindern und damit das adiabatische Absinken der Luftmassen schwächen, so dass sich der nordafrikanische Monsun stärker ausprägen und zu einer kräftigeren konvektiven Bewegung führen kann. Diese Prozesse überlagern die Wirkung der großräumigen (allgemeinen) Zirkulation, die an den polwärtigen Rändern und Absinkgebieten der Hadleyzelle die sogenannten Wendekreiswüsten hervorbringt.²

In welchem Ausmaß und in welchen Regionen die Sahara im mittleren Holozän mit Vegetation bedeckt war, ist bis heute noch nicht vollständig bekannt. Flächenhafte Rekonstruktionen³ unterscheiden sich deutlich. Gleiches gilt für die Ergebnisse von Modellsimulationen⁴ (siehe Abb. 1). Die Ergebnisse des *Paleoclimate Modelling Intercomparison Project 2* zusammenfassend, vermuten BRACONNOT et al. (2007), dass die biogeophysikalische Rückkopplung schwächer sein könnte als in älteren Publikationen⁵ angenommen. Allerdings stützt sich diese Vermutung auf verschiedene Modellsimulationen mit sehr unterschiedlichen, zum Teil unrealistisch niedrigen Werten der in den Modellen implementierten Albedo der Sahara und sehr unterschiedlichen Albedoänderungen zwischen dem heutigen Klima und dem Klima des mittleren Holozäns. Darüber hinaus wurden die Modellsimulationen nicht in der Weise durchgeführt, so dass eine klare Trennung der Einflussfaktoren und somit eine eindeutige Abschätzung der Stärke der verschiedenen Wechselwirkungsprozesse möglich ist.

Es gibt mindestens ein Klimasystemmodellergebnis, das sogar eine negative Rückkopplung zwischen Vegetation und Klima während des mittleren Holozäns beschreibt. Die Autoren dieser Studie gehen davon aus, dass die Böden in der bewachsenen Sahara deutlich dunkler waren als heute (WANG et al. 2008), so dass ein Rückgang der Vegetation die Albedo in dieser Region abnehmen, statt zunehmen lässt. Im Verlauf der letzten Jahrtausende müssen sich aber auch die Böden verändert haben. Dieser Prozess war vermutlich am stärksten beim Austrocknen großer Seen, wie dem sogenannten Mega-Tschadsee, ausgeprägt. Dort finden sich heute die hellsten Flächen der Sahara (KNORR et al. 2001). Insgesamt betrachtet, zeigen die meisten Modelle eine Verstärkung des Klimawandels im Laufe des Holozäns, wenn die Vegetationsdynamik in den Klimamodellen berücksichtigt wird.⁶ Insofern scheint die Annahme einer verstärkenden biogeophysikalischen Rückkopplung robust zu sein.

2 OTTERMAN (1974) und CHARNEY (1975) entwarfen ihr Modell der Wüsten-Albedo-Rückkopplung nicht für die Sahara, sondern die Sahel-Zone. Sie wollten die Frage klären, ob die damals andauernde und zunehmende Sahel-Dürre durch eine mit der Überweidung einhergehende Erhöhung der Albedo verursacht worden sein könnte. Später jedoch wurde festgestellt, dass die Änderung der Sahel-Albedo zu klein war, um eine starke Wüsten-Albedo-Rückkopplung anzustoßen (XUE und SHUKLA 1993), und dass vermutlich andere Mechanismen dominieren (siehe z. B. ELTAHIR und GONG 1995).

3 Zum Beispiel PETIT-MAIRE und GUO 1996, HOELZMANN et al. 1998, ANHUF et al. 1999).

4 CLAUSSEN und GAYLER 1997, DOHERTY et al. 2000, SCHURGERS et al. 2006, LIU et al. 2007.

5 Einen Überblick bietet CLAUSSEN 2004.

6 Zum Beispiel CLAUSSEN und GAYLER 1997, GANOPOLSKI et al. 1998, BRACONNOT et al. 1999, SCHURGERS et al. 2006, LIU et al. 2007, BRACONNOT et al. 2007.

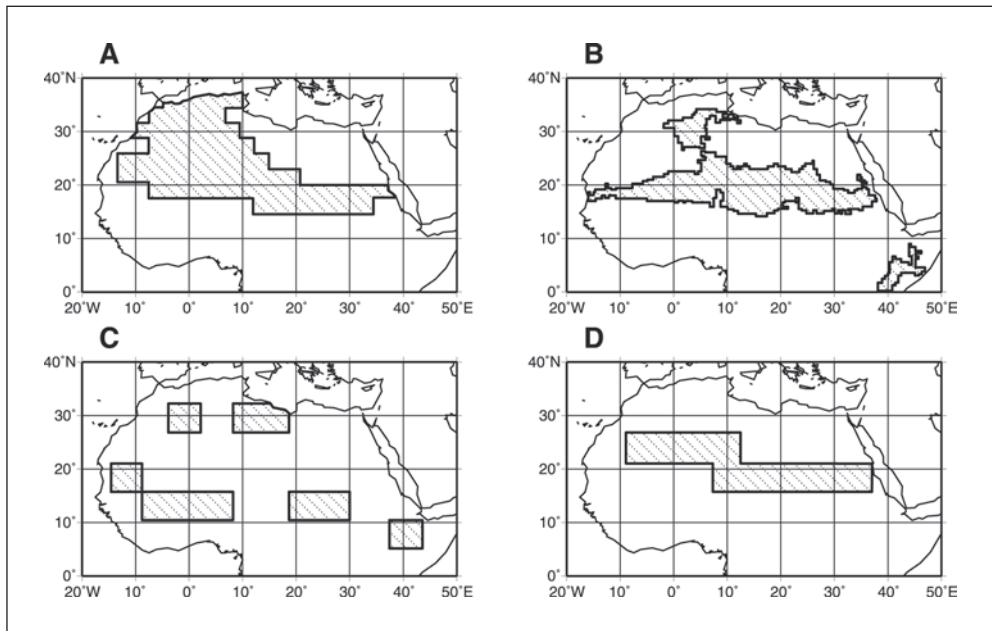


Abb. 1 Änderung der Sahara vom mittleren Holozän vor gut 6000 Jahren zu heute. Die schraffierten Flächen zeigen eine gegenüber heute im mittleren Holozän mit Vegetation bedeckte Sahara – ohne allerdings den Bedeckungsgrad zu spezifizieren. (A) Modellergebnisse von CLAUSSEN und GAYLER (1997), (B) von DOHERTY et al. (2000), (C) von SCHURGERS et al. (2006), (D) von LIU et al. (2007)

3. Der zeitliche Verlauf der Ausdehnung der Sahara

Um zu erkunden, wie rasch sich die Sahara seit dem mittleren Holozän hat ausdehnen können, haben BROVKIN et al. (1998) und später auch andere (siehe unten) die Stabilität des Systems Atmosphäre – Vegetation über Westafrika analysiert. Das zugrundeliegende Konzept einer Stabilitätsanalyse ist ausführlich von SCHEFFER et al. (2001) beschrieben worden. Prinzipiell können Systeme, charakterisiert durch eine oder mehrere Zustandsvariable(n), sehr unterschiedlich auf Änderungen des Antriebs oder sich ändernder Randbedingungen reagieren. Dies wird in der Abbildung 2 anschaulich dargestellt. Manche Systeme ändern sich allmählich, nahezu proportional mit dem Antrieb oder den äußeren Bedingungen (Abb. 2A). Sämtliche Störungen des Systems, die das System aus dem Gleichgewicht treiben, klingen ab, so dass das System wieder zum alten Gleichgewicht (ausgezogene Linie) zurückfindet. Dieser Vorgang wird durch die dünnen Pfeile dargestellt. Andere Systeme antworten stark disproportional auf Änderungen des Antriebs oder der äußeren Bedingungen. Über einen weiten Bereich von Antriebsänderungen erscheinen solche Systeme „träge“ und variieren kaum. Wenn jedoch die äußeren Bedingungen kritische Schwellenwerte über- oder unterschreiten, können sie sich sehr schnell, nahezu abrupt ändern (schattierter Bereich in der Abb. 2B). Ein besonders interessanter Fall tritt ein, wenn ein System in einem bestimmten Antriebsbereich mehrere Gleichgewichtszustände annehmen kann. Manche der Gleichgewichtszustände sind stabil (durchgezogene Linie), andere instabil (gestrichelte Linie). Bei Störungen wird sich

der Zustand des Systems stets vom instabilen zu einem stabilen Gleichgewichtszustand hin bewegen. Im Bereich mehrfacher Gleichgewichtszustände (schattierter Bereich in Abb. 2C) sind abrupte Sprünge von einem Zustand in den anderen möglich, wenn hinreichend starke interne oder externe Störungen auftreten (dicker Pfeil). Der Wechsel zwischen den Zuständen kann sich in einer sprunghaften Änderung vollziehen oder durch mehrere Sprünge zwischen den Zuständen – sogenanntes Flimmern – bemerkbar machen.

Wie lässt sich dieses konzeptionelle Modell auf die Dynamik der Sahara übertragen? Numerische Modellstudien von CLAUSSEN (1994, 1997) zeigen, dass die biogeophysikalische

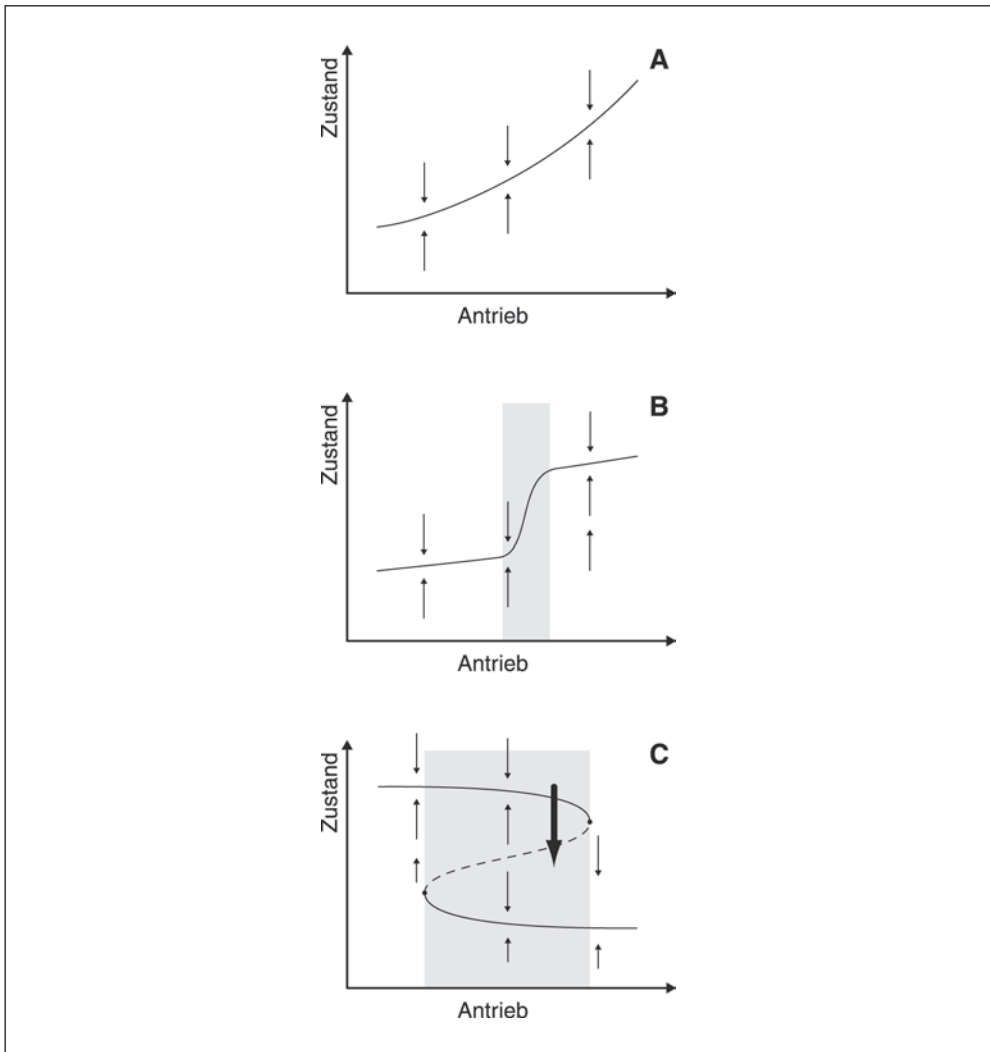


Abb. 2 Mögliche Änderungen der Gleichgewichtszustände eines Systems in Abhängigkeit der äußeren Rand- oder Antriebsbedingungen. Für eine ausführliche Beschreibung siehe Text. (Diese Abbildung ist mit Änderungen von SCHEFFER et al. 2001 übernommen worden.)

Rückkopplung vor allem im Bereich Westafrikas zu zwei (stabilen) Gleichgewichtszuständen führen kann. Wird das Modell – in diesem Fall ein komplexes Modell der Atmosphäre gekoppelt an ein Biom-Modell (ECHAM3-BIOME) – mit heutiger Vegetations- und Wüstenverteilung gestartet, dann berechnet das Modell eine den heutigen Verhältnissen sehr ähnliche Vegetationsverteilung. Beginnt die Simulation jedoch mit einer vollständig grünen Landoberfläche, dann strebt die Vegetationsverteilung im Modell zurück zur heutigen Verteilung – mit Ausnahme Nordafrikas mit einer deutlich kleineren Ausdehnung der Sahara, insbesondere im westlichen Teil (Abb. 3A). Ähnliches gilt für das Klima des letzten glazialen Maximums (Abb. 3C), in der zwar die Nordhemisphäre wesentlich stärker mit Eismassen überzogen war, die geographische Verteilung der solaren Einstrahlung jedoch etwa der heutigen entsprach (KUBATZKI und CLAUSSEN 1998). Für das Klima des mittleren Holozäns findet das Modell unabhängig von den Anfangsbedingungen nur eine Lösung mit einer deutlich kleineren oder ‚grüneren‘ westlichen Sahara (CLAUSSEN und GAYLER 1997) (Abb. 3B). Im mittleren Holozän vor gut 6000 Jahren war der solare Energiefluss in hohen nördlichen Breiten im Nordsommer um gut 10 % stärker als heute (BERGER 1978). Offensichtlich ändert das Modellsystem Atmosphäre – Biosphäre sein Stabilitätsverhalten im Laufe der Jahrtausende in Abhängigkeit von der sommerlichen solaren Einstrahlung. BROVKIN et al. (1998) erstellten eine mathematische Version des oben diskutierten konzeptionellen Modells. Durch Anpassen des konzeptionellen Modells an das Stabilitätsverhalten des komplexen ECHAM3-BIOME-Modells im Bereich der westlichen Sahara fanden sie heraus, dass der Übergang von der relativ grünen (westlichen) Sahara zur heutigen ausgedehnten Sahara abrupt erfolgt sein könnte, und zwar irgendwann in einem Zeitraum vor 6000 bis 3600 Jahren.

Diese Vermutung wird durch CLAUSSEN et al. (1999) bestätigt, die zum ersten Mal ein vollständig gekoppeltes globales Atmosphäre-Ozean-Vegetations-Modell (CLIMBER-2), bei dem allerdings viele Prozesse und insbesondere die geographischen Details in reduzierter Genauigkeit dargestellt werden, auf das Problem der Dynamik der Sahara angewendet hatten. Die Autoren sahen in ihren Modellrechnungen, wie sich vor etwa 5500 Jahren die (Modell-) Sahara sehr rasch – deutlich rascher als die Änderung der solaren Einstrahlung – innerhalb weniger Jahrhunderte ausgedehnt hat (Abb. 4). Weitere Analysen ergaben, dass das Modell CLIMBER-2 die Existenz zweier Lösungen für die Sahara nur für einen sehr kleinen Zeitbereich um etwa 5500 Jahren vor heute zulässt (KUBATZKI 2000). Das bedeutet, dass im Modell CLIMBER-2 die Dynamik der Sahara sich im Wesentlichen durch eine rasche, aber kaum sprunghafte Entwicklung der Rückkopplung zwischen Atmosphäre und Vegetation, wie im Fall B der Abbildung 2 veranschaulicht, darstellen lässt. Eine Bifurkation, also die Verzweigung von einer in mehrere Gleichgewichtslösungen, wie im Fall C der Abbildung 2 skizziert, ist kaum von Bedeutung.

Neuere Modellsimulationen zeigen wieder ein anderes Bild. Starke Schwankungen der Vegetation in der West-Sahara zwischen 7000 und 5000 Jahren vor heute wurden von RENSSON et al. (2003) in deren Modell, ECBilt-CLIO-VECODE, gefunden (Abb. 5). Im Gegensatz zum Modell CLIMBER-2 erzeugt das Modell ECBilt-CLIO-VECODE eine starke wetter- und witterungsbedingte, im klimatologischen Sinne zufällige Variabilität der Niederschläge. RENSSON et al. (2003) zeigen, dass die Veränderung der Variabilität in ihrem Modell, insbesondere die kräftige Variabilität der Vegetationsschwankungen im Zeitraum zwischen 7000 und 5000 Jahren vor heute, auf rasche Wechsel zwischen zwei Zuständen des Systems, also auf ein Flimmern, zurückgeführt werden kann. Das zonal-symmetrische Modell der Atmosphäre und Vegetation über West-Afrika von IRIZARRY-ORTIZ et al. (2003) weist ein ähnlich

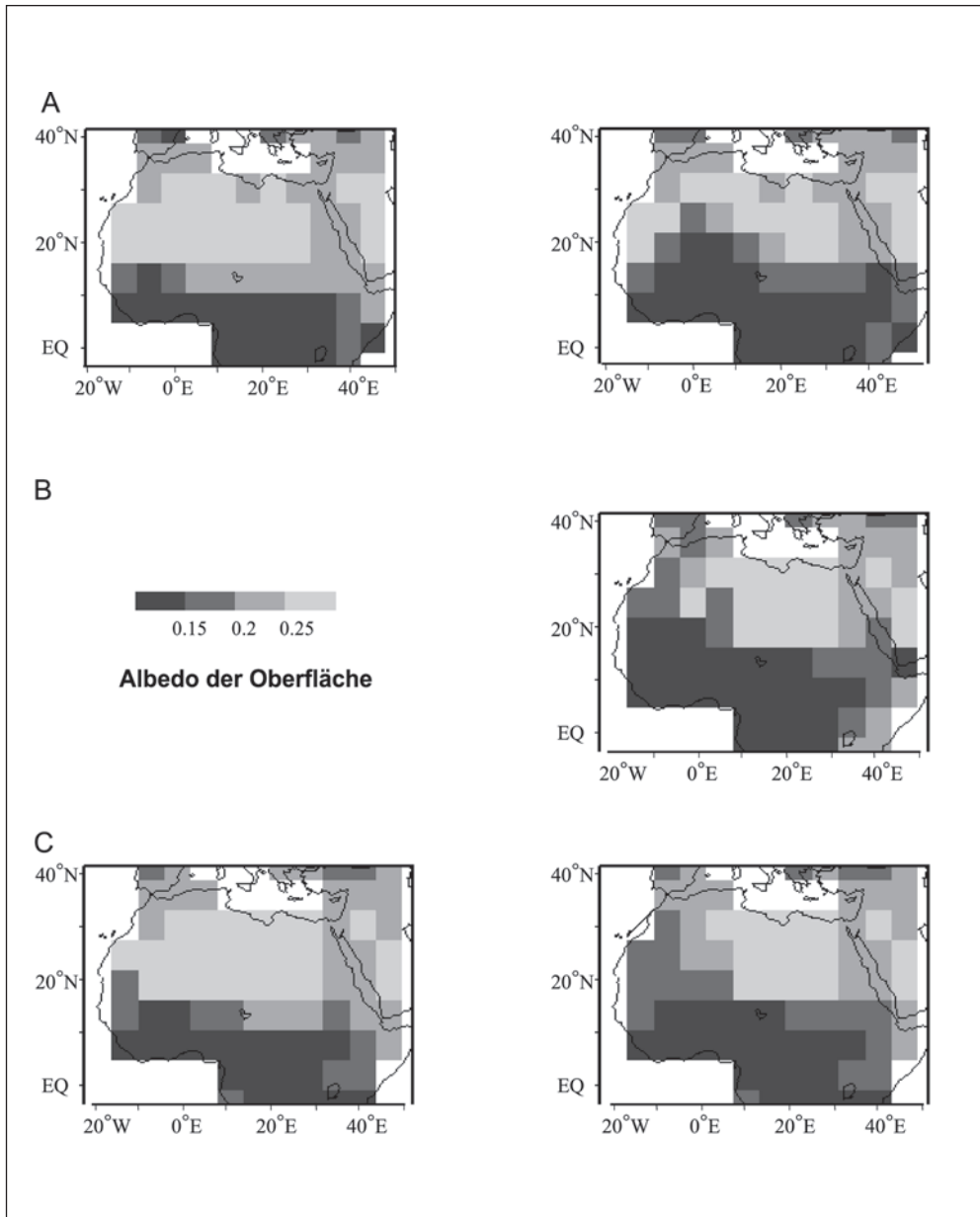


Abb. 3 Verschiedene Gleichgewichtslösungen, die mit dem Atmosphäre-Biom-Modell, ECHAM-3-BIOME 1.0, erhalten wurden. Die oberen Bilder (A) gelten für den gegenwärtigen Klimazustand, wobei sich die Lösung, die der heutigen Ausdehnung der Sahara entspricht (linke Seite), aus einer Modellsimulation entwickelt hat, die mit heutiger Vegetationsverteilung angetrieben worden ist. Die dunklere Lösung folgt aus einer Modellsimulation, die mit vollständig von Vegetation bedeckten Kontinenten initialisiert worden ist (CLAUSSEN 1997). Ähnliches ergibt sich für das Letzte Glaziale Maximum (untere Bildreihe, C) (KUBATZKI und CLAUSSEN 1998). Für das mittlere Holozän (mittlere Bildreihe, B) findet das Modellsystem unabhängig von den Anfangsbedingungen nur eine Lösung (CLAUSSEN und GAYLER 1997). (Diese Abbildung ist mit Änderungen von CLAUSSEN 2001 übernommen worden.)

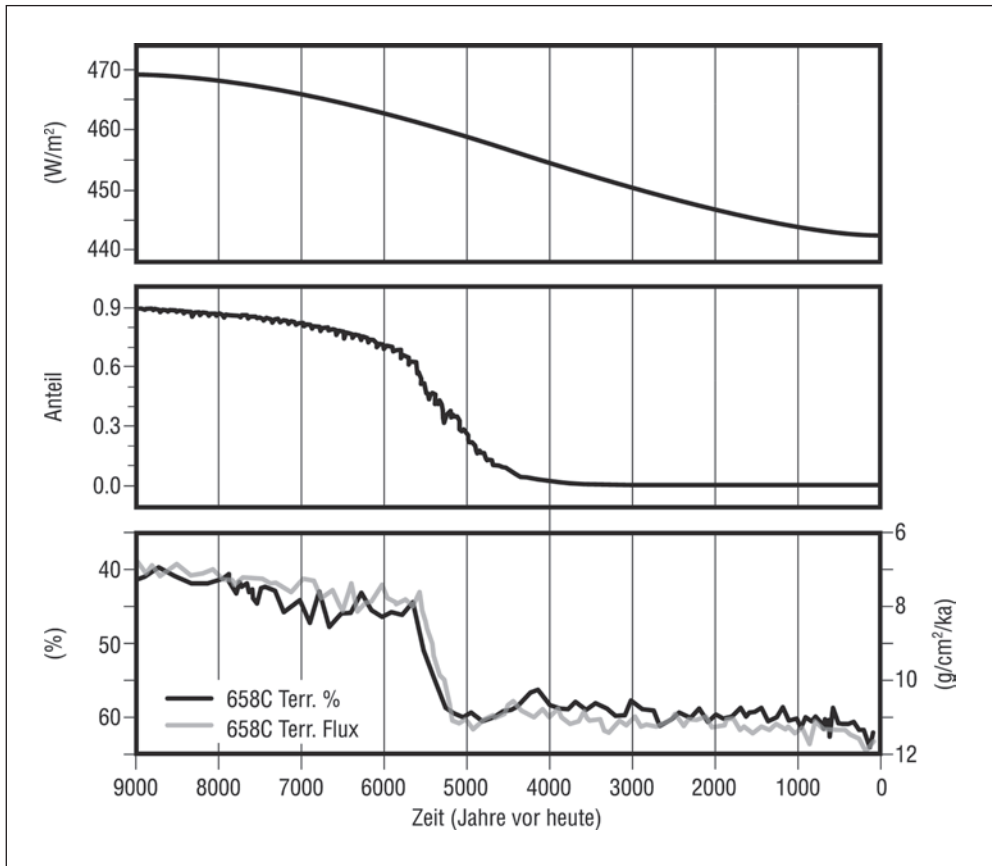


Abb. 4 Mit Hilfe eines Klimasystemmodells berechnete Änderung des Flächenanteils der Sahara, der mit Vegetation bedeckt ist (mittleres Bild), in Abhängigkeit der sich ändernden geographischen Verteilung der Sonneneinstrahlung (CLAUSSEN et al. 1999). Hier gezeigt ist Änderung der Sonneneinstrahlung im Mittel über die Nordhemisphäre und die borealen Sommermonate (oberes Bild). Das untere Bild zeigt den prozentualen Anteil von Wüstenstaub (linke vertikale Achse) im marinen Sediment vor der Küste Mauretaniens und den Staubeintrag (rechte vertikale Achse) in den subtropischen Nordatlantik (DE MENCAL et al. 2000). (Diese Abbildung ist mit Änderungen von DE MENCAL et al. 2000 übernommen worden.)

instabiles Verhalten des Systems Atmosphäre – Vegetation für den Zeitraum des mittleren Holozäns auf, was die Ergebnisse von RENNSSEN et al. (2003) bestätigt.

Eine weitere Variante der Dynamik der Sahara findet sich in den Simulationen, die LIU et al. (2007) mit einem komplexen gekoppelten Modell der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre und des Ozeans sowie der Vegetationsdynamik durchgeführt hatten. Hier zeigte sich eine starke fluktuierende, im langfristigen Zeitmittel jedoch gleichmäßige Abnahme der Niederschlagsrate zusammen mit einer sprunghaften Abnahme der Vegetation. LIU et al. (2006) untersuchten diese Art der Dynamik mit Hilfe eines auf den von BROVKIN et al. (1998) entwickelten Ideen aufbauenden konzeptionellen Modells und konnten zeigen, dass ein solcher Befund darauf hindeutet, dass das System Atmosphäre–Vegetation keine Bifurkation entwickelt, sondern dass die wetter- und witterungsbedingten Schwankungen im Niederschlag

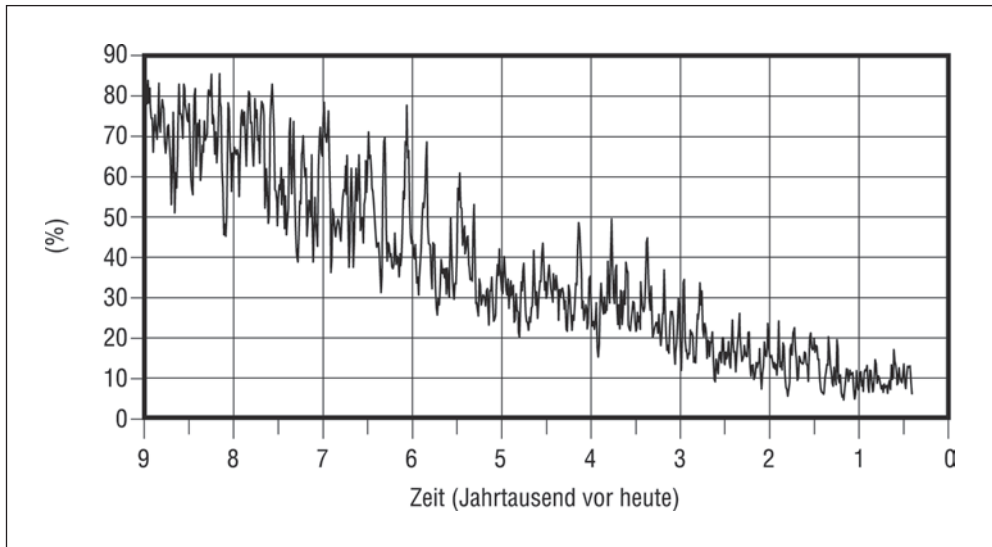


Abb. 5 Berechnete Änderungen in der relativen, prozentualen Vegetationsbedeckung der westlichen Sahara (14°W – 3°E, 17°N – 28°N). (Diese Abbildung ist mit Änderungen von RENSSSEN et al. 2003 übernommen worden.)

zu einer abrupten Vegetationsänderung führen, die einer durch Bifurkation angestoßenen Vegetationsänderung lediglich ähnelt. Bedingung für einen solchen „stabilen Kollaps“, wie LIU et al. (2006) diesen Übergang nennen, ist eine stark disproportionale Abhängigkeit der Vegetation vom Niederschlag wie in Abbildung 2B skizziert. Der Unterschied zwischen einem „stabilen Kollaps“ und einem „instabilen Kollaps“, d. h. einem abrupten Übergang, der mit einer Bifurkation des Systems einhergeht, besteht nach LIU et al. (2006) darin, dass nicht nur die Zeitreihe der Vegetation, sondern auch die Zeitreihe des Niederschlags eine abrupte Änderung aufweist.

Kurz nach CLAUSSEN et al. (1999) veröffentlichten DE MENOCA et al. (2000) Messungen der Konzentration von Wüstenstaub in marinen Sedimenten vor der Küste von Nordafrika in der Nähe von Kap Blanc, Mauretanien. In den geologischen Daten ist ein abrupter Anstieg der Staubkonzentration vor etwa 5500 Jahren zu erkennen (Abb. 4, unterer Teil). Dieser Befund wurde bisher als Bestätigung der von Modellen vorhergesagten abrupten Austrocknung und Ausdehnung der Wüste in Westafrika gewertet. Allerdings sollte diese Interpretation mit Vorsicht betrachtet werden. Der abrupte Rückgang der Staubkonzentration vor der nordafrikanischen Küste könnte auch auf eine rasche Änderung im Quellgebiet des Staubes, aus dem sich der nordafrikanische Monsun allmählich zurückzieht, zurückzuführen sein.

Leider sind keine das Holozän überdeckende terrestrische Datensätze verfügbar, die klar entweder als klimatologische oder als ökosystemare Daten (oder Proxydaten) der sich ändernden Westsahara interpretiert werden können. Für den östlichen Teil der Sahara stellte PACHUR (1999) anhand des Vorkommens von ^{14}C -Daten fest, dass die Aridisierung in dieser Region zwischen 7000 und 4500 Jahren vor heute eher allmählich, wenngleich mit deutlichen Schwankungen zugenommen hatte. Wechsel zwischen länger andauernden ariden und humiden Phasen wurden von PETIT-MAIRE und GUO (1996) mit Hilfe von ^{14}C -Daten auch für den Bereich des nördlichen Wendekreises und von CREMASCHI et al. (2006) mit Hilfe von

Jahrringanalysen für die mittlere Sahara rekonstruiert. Kürzlich präsentierten KRÖPELIN et al. (2008) einen Sedimentkern aus dem Yoa-See, anhand dessen Aussagen zur Entwicklung des aquatischen Ökosystems des Sees und des terrestrischen Ökosystems des nördlichen Tschad im Verlauf der letzten 6000 Jahre abgeleitet werden können. Die Interpretation verschiedener Indikatoren des Salzgehaltes des Sees lässt eine abrupte Änderung von einem stabilen Süßwasserhabitat zu einem sehr salzreichen See zwischen 4200 und 3900 Jahren vor heute erkennen. Eine starke Abnahme tropischer Taxa ist im Pollenspektrum des Kerns in den ersten 1500 Jahren, also zwischen 6000 und etwa 4500 Jahren vor heute, zu verzeichnen. KRÖPELIN et al. (2008) interpretieren letzteren Befund als einen allmählichen, nicht abrupten Übergang des Klimas und der Vegetation. Dies könnte eine angemessene Interpretation sein. Allerdings könnte die starke Variabilität der Taxa zwischen 6000 und 4500 Jahren vor heute durchaus auch auf eine instabile Dynamik des Systems, ein sogenanntes Flimmern, hinweisen. Leider ist der Datensatz des Yoa-Sees zu kurz für einen statistischen Nachweis des Flimmerns.

4. Mögliche zukünftige Änderungen

Mit der anthropogenen Klimaänderung werden Veränderungen auch im Klima und in der Vegetation Nordafrikas zu erwarten sein. PETIT-MAIRE (1990) argumentiert, dass analog zum mittleren Holozän die Sahara auch in einem durch Emission von Treibhausgasen verursachten wärmeren Klima wieder grüner werden könnte.⁷ Die Stabilitätsuntersuchungen von BROVKIN et al. (1998) zeigen, dass bei einer künftigen Klimaerwärmung tatsächlich die Möglichkeit eines abrupten Wechsels zu einer grüneren Sahara besteht. WANG und ELTAHIR (2002) schließen aus ihren Simulationen, dass durch eine höhere atmosphärische CO₂-Konzentration das Atmosphäre-Biosphäre-System von West-Afrika resistenter wird gegenüber externen Randbedingungen, z. B. durch Änderungen der Meeresoberflächentemperaturen des Atlantiks hervorgerufenen Trockenperioden. Sie erwarten, dass die humideren Phasen in der Sahel-Zone häufiger vorkommen und länger andauern, während die ariden Phasen weniger häufig und wenig kürzer auftreten als in der Vergangenheit.

Ausgehend vom heutigen Klima untersuchten CLAUSSEN et al. (2003) die Wirkung verschiedener Szenarien unterschiedlich rascher und unterschiedlich starker Zunahme der atmosphärischen CO₂-Konzentration auf die Dynamik der Sahara. Sie fanden tatsächlich, wie von PETIT-MAIRE (1990) postuliert, einen raschen Anstieg der Vegetation in der Sahara (Abb. 6). Allerdings schlossen CLAUSSEN et al. (2003) aus diesem Modellergebnis nicht, dass das Klima des mittleren Holozäns sich als Paläoanalogon für die mögliche künftige globale Erwärmung eigne. Nicht nur die globalen geographischen Muster des Klimawandels sind in den Modellsimulationen des mittleren Holozäns und denen mit erhöhter atmosphärischer CO₂-Konzentration verschieden, sondern auch die dynamischen Prozesse der Feuchtekonvergenz des nordafrikanischen Monsuns unterscheiden sich. Abgesehen davon dürfte sich die Landnutzung durch den Menschen im mittleren Holozän und heute geändert haben. Nach Untersuchungen von KUBATZKI (2000) dürften Rodung und Beweidung im mittleren Holozän keinen nennenswerten Einfluss auf die Dynamik der Sahara gehabt haben, während im gegenwärtigen und künftigen Klima intensive Landnutzung ein Ergrünen der Sahara verhindern könnte (CLAUSSEN et al. 2003).

7 „Does greenhouse green the Sahara?“, PETIT-MAIRE 1990.

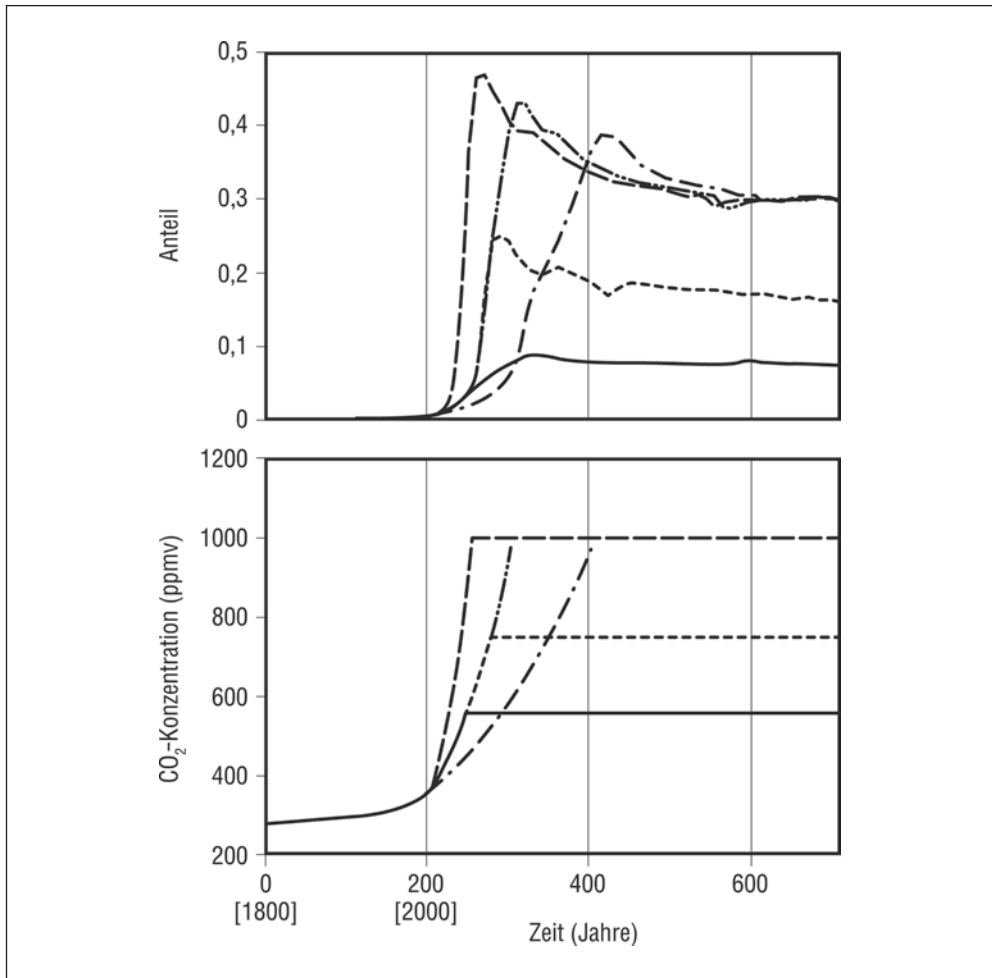


Abb. 6 Berechneter Flächenanteil der Sahara, der mit Vegetation bedeckt ist (oberes Bild), als Funktion zeitlich sich ändernder, verschieden starker atmosphärischer CO₂-Konzentrationen (unteres Bild). (Diese Abbildung ist mit Änderungen von CLAUSSEN et al. 2003 übernommen worden.)

5. Schlussfolgerung und Ausblick

Die größte Wüste der Erde, die Sahara, ist eine der faszinierendsten Regionen insbesondere hinsichtlich der Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Landoberfläche. Als gesicherte wissenschaftliche Erkenntnis kann gelten, dass während des frühen und mittleren Holozäns die Sahara deutlich grüner war als heute. Die flächenhaften Rekonstruktionen der Vegetationsdecke der Sahara anhand paläobotanischer Befunde unterscheiden sich allerdings deutlich. Daher sind die Ergebnisse der Klimasystemmodellierung, die ebenfalls deutliche Unterschiede von Modell zu Modell aufweisen, nur schwer zu überprüfen. Die modelltheoretische Interpretation der vorhandenen paläobotanischen und paläoklimatologischen Befunde

deutet daraufhin, dass Kontraktion und Expansion der Sahara durch die mit der Änderung der Erdumlaufbahn einhergehenden periodischen Schwankungen der geographischen Verteilung der Sonneneinstrahlung angestoßen werden. Nach dem heutigen Forschungsstand können wir davon ausgehen, dass die Wechselwirkung zwischen Atmosphäre, Vegetation und Landoberfläche den orbitalen Antrieb verstärkt. Diese Aussage bleibt gültig, auch wenn zumindest eine Modellstudie auf eine negative, also dämpfende Rückkopplung zwischen Landoberfläche und Niederschlag während des mittleren Holozäns hindeutet.

Wie sich die Sahara im Laufe der letzten Jahrtausende geändert hat, ist bis heute nicht vollständig geklärt. Theoretische Studien legen die Vermutung nahe, dass der Übergang von einer im Vergleich zu heute kleineren, in weiten Bereichen deutlich grüneren Sahara zur heutigen großen Wüste sich hat abrupt vollziehen können – entweder als einmaliger Umbruch oder als mehrfacher Wechsel zwischen ariden und humiden Phasen. Der aus dem Yoa-See gewonnene Sedimentkern scheint nicht auf einen abrupten Vegetationsrückgang schließen zu lassen. Jedoch dürfte dieser Kern eher die Verhältnisse der östlichen Sahara wiedergeben. Außerdem ist der Datensatz zu kurz, um detaillierte statistische Analysen der Dynamik des Ökosystem- und Klimawandels durchführen zu können. Andere Datensätze, wie z. B. marine Sedimente, die Auskunft über den Staubeintrag in den subtropischen Nordatlantik geben, oder ^{14}C -Funde oder Jahrringanalysen aus der zentralen Sahara, zeigen abrupte Übergänge oder abrupte Wechsel zwischen ariden und humiden Phasen. Dies sind jedoch indirekte Indikatoren, die nicht zweifelsfrei und direkt Klima- und Vegetationsänderungen zuzuordnen sind. Um die Dynamik der Sahara detailliert untersuchen und modelltheoretisch interpretieren zu können, werden paläobotanische und paläoklimatische Informationen benötigt, die aus voneinander unabhängigen Stellvertreterdaten gewonnen worden sind. Erst wenn die Dynamik der Sahara im Klimawandel des mittleren und späten Holozäns verstanden ist, werden zuverlässige Aussagen über mögliche künftige Änderungen getroffen werden können.

Dank

Der Autor möchte allen Kolleginnen und Kollegen, insbesondere Victor BROVKIN und Christian REICK, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg, und Andrey GANOPOLSKI und Vladimir PETOUKOV, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam, für anregende Diskussionen danken. Vielen Dank auch an Barbara ZINECKER und Norbert NOREIKS, Max-Planck-Institut für Meteorologie, für redaktionelle und technische Hilfe.

Literatur

- ANHUF, D., FRANKENBERG, P., und LAUER, W.: Die postglaziale Warmphase vor 8000 Jahren. *Geologische Rundschau* 51, 454–461 (1999)
- BERGER, A.: Long-term variations of daily insolation and quaternary climatic change. *Journal of Atmospheric and Oceanic Science* 35, 2362–2367 (1978)
- BRACONNOT, P., JOUSSAUME, S., MARTI, O., and NOBLET-DUCOUDRE, N. DE: Synergistic feedbacks from ocean and vegetation on the African monsoon response to mid-Holocene insolation. *Geophys. Res. Lett.* 26/16, 2481–2484 (1999)
- BRACONNOT, P., OTTO-BLIESNER, B., HARRISON, S., JOUSSAUME, S., PETERSCHMITT, J.-Y., ABE-OUCHI, A., CRUCIFIX, M., DRIESSCHAERT, E., FICHEFET, T., HEWITT, C. D., KAGAYAMA, M., KITO, A., LAINE, A., LOUTRE, M.-F., MARTI, O., MERKEL, U., RAMSTEIN, G., VALDES, P., WEBER, S. L., YÜ, Y., and ZHAO, Y.: Results of PMIP2 coupled simulations of the Mid-Holocene and Last Glacial Maximum – Part 1: experiments and large-scale features. *Clim. Past* 3, 261–277 (2007)
- BROVKIN, V., CLAUSSEN, M., PETOUKHOV, V., and GANOPOLSKI, A.: On the stability of the atmosphere-vegetation system in the Sahara/Sahel region. *Journal of Geophysical Research* 103/D24, 31613–31624 (1998)

- CHARNEY, J. G.: Dynamics of deserts and droughts in the Sahel. *Quarterly J. Royal Meteorol. Soc.* 101, 193–202 (1975)
- CLAUSSEN, M.: On coupling global biome models with climate models. *Climate Research* 4, 203–221 (1994)
- CLAUSSEN, M.: Modelling biogeophysical feedback in the African and Indian Monsoon region. *Climate Dynamics* 13, 247–257 (1997)
- CLAUSSEN, M.: Biogeophysical feedbacks and the dynamics of climate. In: SCHULZE, E. D., HARRISON, S. P., HEIMANN, M., HOLLAND, E. A., LLOYD, J., PRENTICE, I. C., and SCHIMMEL, D. (Eds.): *Global Biogeochemical Cycles in the Climate System*; pp. 61–71. San Diego: Academic Press 2001
- CLAUSSEN, M., BROVKIN, V., GANOPOLSKI, A., KUBATZKI, C., and PETOUKHOV, V.: Climate change in Northern Africa: The past is not the future. *Climatic Change* 57/1, 99–118 (2003)
- CLAUSSEN, M., and GAYLER, V.: The greening of Sahara during the mid-Holocene: results of an interactive atmosphere-biome model. *Global Ecology and Biogeography Lett.* 6, 369–377 (1997)
- CLAUSSEN, M., KUBATZKI, C., BROVKIN, V., GANOPOLSKI, A., HOELZMANN, P., and PACHUR, H. J.: Simulation of an abrupt change in Saharan vegetation at the end of the mid-Holocene. *Geophys. Res. Lett.* 24/14, 2037–2040 (1999)
- CREMASCHI, M., PELFINI, M., and SANTILLI, M.: *Cupressus dupreziana*: a dendroclimatic record for the middle-late Holocene in the central Sahara. *The Holocene* 16/2, 293–303, doi: 10.1191/0959683606hl1926rr (2006)
- DOHERTY, R., KUTZBACH, J., FOLEY, J., and POLLARD, D.: Fully coupled climate/dynamical vegetation model simulations over Northern Africa during the mid-Holocene. *Climate Dynamics* 16, 561–573 (2000)
- ELTAHIR, E. A. B., and GONG, C.: Dynamics of wet and dry years in West Africa. *J. Climate* 9/5, 1030–1042 (1995)
- GANOPOLSKI, A., KUBATZKI, C., CLAUSSEN, M., BROVKIN, V., and PETOUKHOV, V.: The influence of vegetation-atmosphere-ocean interaction on climate during the mid-Holocene. *Science* 280, 1916–1919 (1998)
- HOELZMANN, P., JOLLY, D., HARRISON, S. P., LAARIF, F., BONNEFILLE, R., and PACHUR, H.-J.: Mid-Holocene land-surface conditions in northern Africa and the Arabian Peninsula: A data set for the analysis of biogeophysical feedbacks in the climate system. *Global Biogeochem. Cycles* 12, 35–51 (1998)
- IRIZARRY-ORTIZ, M., WANG, G., and ELTHAIR, E. A. B.: Role of the biosphere in the mid-Holocene climate of West Africa. *J. Geophys. Res.* 108/D2, 4042 (2003)
- JOLLY, D., PRENTICE, I. C., BONNEFILLE, R., BALLOUCHE, A., BONGO, M., BRENEAC, P., BUCHET, G., BURNEY, D., CAZET, J. P., CHEDDADI, R., EDORH, T., ELENGA, H., ELMOUTAKI, S., GUIOT, J., LAARIF, F., LAMB, H., LEZINE, A. M., MALEY, J., MBENZA, M., PEYRON, O., REILLE, M., REYNAUD-FARRERA, I., RIOLLET, G., RITCHIE, J. C., ROCHE, E., SCOTT, L., SSEMMANDA, I., STRAKA, H., UMER, M., VAN CAMPO, E., VILIMUMBALO, S., VINCENS, A., and WALLER, M.: Biome reconstruction from pollen and plant macrofossil data for Africa and Arabian Peninsula at 0 and 6k. *J. Biogeography* 25, 1007–1027 (1998)
- JOUSSAUME, S., TAYLOR, K. E., BRACONNOT, P., MITCHELL, J. F. B., KUTZBACH, J. E., HARRISON, S. P., PRENTICE, I. C., BROCCOLI, A. J., ABE-OUCHI, A., BARTLEIN, P. J., BONFIELS, C., DONG, B., GUIOT, J., HERTERICH, K., HEWITT, C. D., JOLLY, D., KIM, J. W., KISLOV, A., KITOH, A., LOUTRE, M. F., MASSON, V., McAVANEY, B., McFARLANE, N., NOBLET, N. DE, PELTIER, W. R., PETERSCHMITT, J. Y., POLLARD, D., RIND, D., ROYER, J. F., SCHLESINGER, M. E., SYKTUS, J., THOMPSON, S., VALDES, P., VETTORETTI, G., WEBB, R. S., and WYPUTTA, U.: Monsoon changes for 6000 years ago: Results of 18 simulations from the Paleoclimate Modeling Intercomparison Project (PMIP). *Geophys. Res. Lett.* 26/7, 859–862 (1999)
- KNORR, W., SCHNITZLER, K.-G., and GOVAERTS, Y.: The role of bright desert regions in shaping North African Climate. *Geophys. Res. Lett.* 28/18, 3489–3492 (2001)
- KRÖPELIN, S., VERSCHUREN, D., LÉZINE, A.-M., EGGERMONT, H., COCQUYT, C., FRANCUS, P., CAZET, J.-P., FAGOT, M., RUSSELL, J. M., DARIUS, F., CONLEY, D. J., SCHUSTER, M., SUCHODOLETZ, H. VON, and ENGSTROM, D. R.: Climate-driven ecosystem succession in the Sahara: The past 6000 years. *Science* 30, 765–768 (2008)
- KUBATZKI, C.: Wechselwirkungen zwischen Klima und Landoberfläche im Holozän – Modellstudien. Diss. Berlin: Freie Universität 2000
- KUBATZKI, C., and CLAUSSEN, M.: Simulation of the global biogeophysical interactions during the last glacial maximum. *Climate Dynamics* 14, 461–471 (1998)
- KUTZBACH, J. E., and GUETTER, P. J.: The influence of changing orbital parameters and surface boundary conditions on climate simulations for the past 18,000 years. *J. Atmospheric Sciences* 43, 1726–1759 (1986)
- LIU, Z., WANG, Y., GALLIMORE, R., GASSE, F., JOHNSON, T., MENOCAL, P. DE, ADKINS, J., NOTARO, M., PRENTICE, I. C., KUTZBACH, J., JACOB, R., BEHLING, P., WANG, L., and ONG, E.: Simulating the transient evolution and abrupt change of Northern Africa Atmosphere-Ocean-Terrestrial Ecosystem in the Holocene. *Quat. Sci. Rev.* 26, 1818–1837 (2007)
- LIU, Z., WANG, Y., GALLIMORE, R., NOTARO, M., and PRENTICE, I. C.: On the cause of abrupt vegetation collapse in North Africa during the Holocene: Climate variability vs. vegetation feedback. *Geophys. Res. Lett.* 33, L22709 (2006)

- MEEHL, G. A., STOCKER, T. F., COLLINS, W. D., FRIEDLINGSTEIN, P., GAYE, A. T., GREGORY, J. M., KITOH, A., KNUTTI, R., MURPHY, J. M., NODA, A., RAPER, S. C. B., WATTERSON, I. G., WEAVER, A. J., and ZHAO, Z.-C.: Global climate projections. In: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., CHEN, Z., MARQUIS, M., AVERYT, K. B., TIGNOR, M., and MILLER, H. L. (Eds.): *The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, New York: Cambridge University Press 2007
- MENOCAL, P. B. DE: Cultural responses to climate change during the late Holocene. *Science* 292, 667–673 (2001)
- MENOCAL, P. B. DE, ORTIZ, J., GUILDERSON, T., ADKINS, J., SARNTHEIN, M., BAKER, L., and YARUSINSKI, M.: Abrupt onset and termination of the African Humid Period: Rapid climate response to gradual insolation forcing. *Quat. Sci. Rev.* 19, 347–361 (2000)
- OTTERMAN, J.: Baring high-albedo soils by overgrazing: a hypothesized desertification mechanism. *Science* 186, 531–533 (1974)
- PACHUR, H.-J.: Paläo-Environment und Drainagesysteme der Ostsahara im Spätpleistozän und Holozän. In: KLITZSCH, E., und THORWEIHE, U. (Eds.): *Nordost-Afrika: Strukturen und Ressourcen; Ergebnisse aus dem Sonderforschungsbereich „Geowissenschaftliche Probleme in Ariden und Semiariden Gebieten“*. S. 366–455. Weinheim: Wiley – VCH 1999
- PETIT-MAIRE, N.: Will greenhouse green the Sahara? *Episodes* 13/2, 103–107 (1990)
- PETIT-MAIRE, N., et GUO, Z.: Mise en évidence de variations climatiques holocènes rapides, en phase dans les déserts actuels de Chine et du Nord de l’Afrique. *Sciences de la Terre et des Planètes* 322, 847–851 (1996)
- PRENTICE, I. C., JOLLY, D., and *BIOME 6000 members*: Mid-Holocene and glacial-maximum vegetation geography of the northern continents and Africa. *J. Biogeography* 27, 507–519 (2000)
- RENSSEN, H., BROVKIN, V., FICHEFET, T., and GOOSSE, H.: Holocene climate instability during the termination of the African Humid Period. *Geophys. Res. Lett.* 30/4, 1184 (2003)
- SCHNEFFER, M., CARPENTER, S., FOLEY, J. A., FOLKE, C., and WALKER, B.: Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413, 591–596 (2001)
- SCHURGERS, G., MIKOLAJEWICZ, U., GRÖGER, M., MAIER-REIMER, E., VIZCAÍNO, M., and WINGUTH, A.: Dynamics of the terrestrial biosphere, climate and atmospheric CO₂ concentration during interglacials: A comparison between Eemian and Holocene. *Climate Past* 2, 205–220 (2006)
- SPITALER, R.: *Das Klima des Eiszeitalters*. Prag: Selbstverlag 1921
- WANG, G., and ELTAHIR, E. A. B: Response of the biosphere-atmosphere system in West Africa to CO₂ concentration changes. *Global Change Biology* 8, 1169–1182 (2002)
- WANG, Y., NOTARO, M., LIU, Z., GALLIMORE, R., LEVIS, S., and KUTZBACH, J. E.: Detecting vegetation-precipitation feedbacks in mid-Holocene North Africa from two climate models. *Clim. Past* 4, 59–67 (2008)
- XUE, Y., and SHUKLA, J.: The influence of land surface properties on Sahel climate. Part I: Desertification. *J. Climate* 6, 2232–2245 (1993)

Prof. Dr. Martin CLAUSSEN
Max-Planck-Institut für Meteorologie und
Meteorologisches Institut
Universität Hamburg
Bundesstraße 53
20146 Hamburg
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 40 41173225
Fax: +49 40 41173350
E-Mail: claussen@dkrz.de

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

Stefan KRÖPELIN (Köln)

Mit 15 Abbildungen

Zusammenfassung

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

Abstract

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

1. Einführung

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

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

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

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

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

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

¹ PACHUR und KRÖPELIN 1987, NEUMANN 1989, PACHUR 2001, PACHUR und ALTMANN 2006.

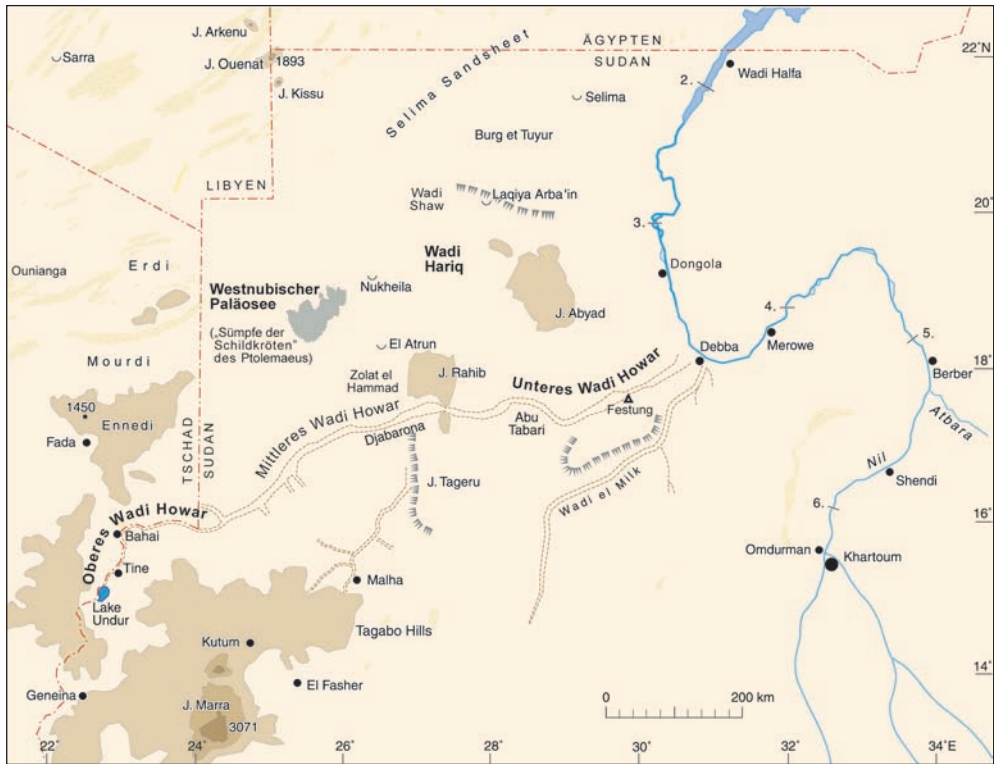


Abb. 1 Die sudanesische Sahara mit im Text erwähnten Lokalitäten

2. Der Westnubische Paläosee

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

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

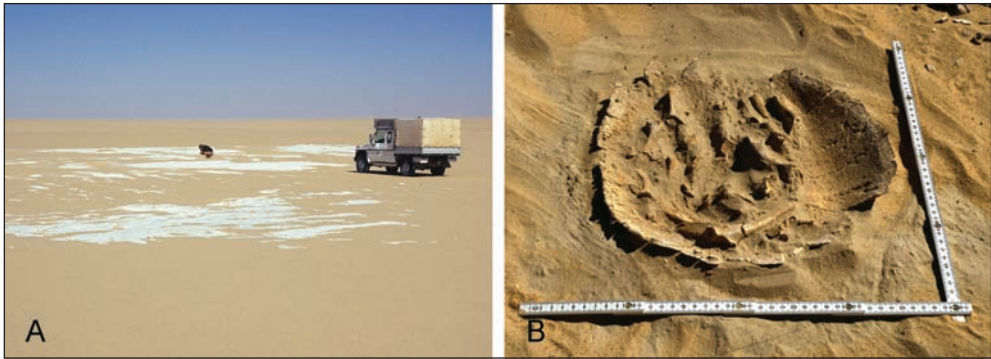


Abb. 2 (A) Zwischen den Dünen des Ennedi Erg zu Tage tretender Boden des Westnubischen Paläosees, bei dem es sich um die von PTOLEMAEUS erwähnten „Sümpfe der Schildkröten“ handeln dürfte. (B) In die Seeablagerungen des Westnubischen Paläosees eingebetteter Rückenpanzer einer Wasserschildkröte (*Tryonox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

Aus umfangreichen Funden insbesondere aquatischer Faunenreste sowie geochemischen Analysen und Datierungen mit der Radiokarbonmethode ergab sich, dass von etwa 8300 bis 1300 v. u. Z.³ in der zwischen den Sandstein-Hamadas von El Atrun und Nukheila und dem Ennedi-Gebirge gelegenen heutigen Dünenregion eine Seenlandschaft existierte, die in vieler Hinsicht ein Gegenstück zu dem in etwa gleicher Breitenlage gelegenen Mega-Tschadsee darstellte. Der Hauptsee wurde von lokalen Niederschlägen sowie drei Zuflüssen aus dem Ennedi-Gebirge gespeist. Mit etwa 5300 km² maximaler Seefläche war er zeitweise etwa halb so groß wie der moderne – fast ausschließlich aus den regenreichen Tropen gespeiste – Tschadsee.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Das Wadi Hariq

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

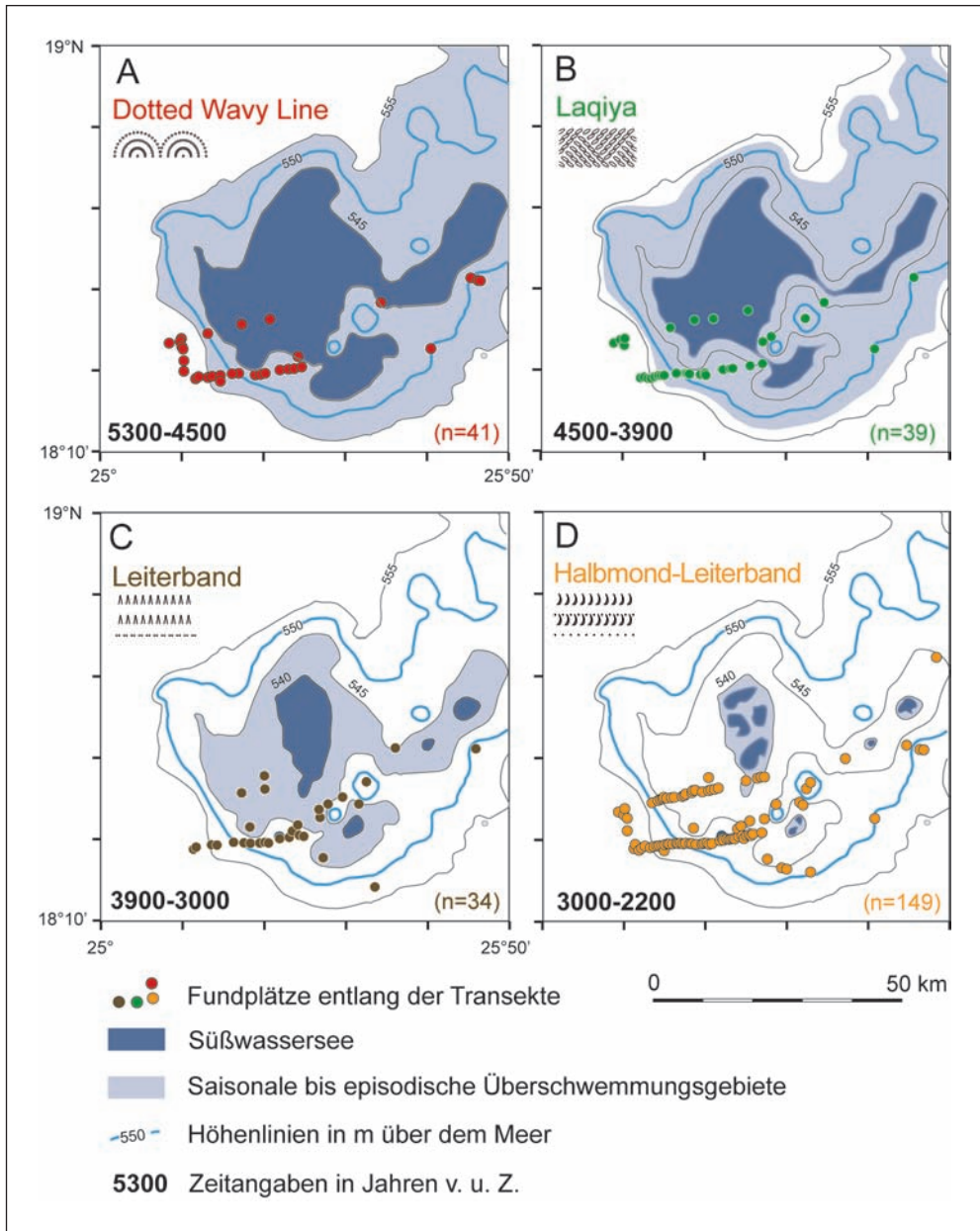


Abb. 3 Korrelation sinkender Seespiegelstände und prähistorischer Besiedlung am Westnubischen Paläosee (A – D siehe Erläuterungen im Text; neue Interpretation auf der Basis von HOELZMANN et al. 2001)

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

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

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

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

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

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

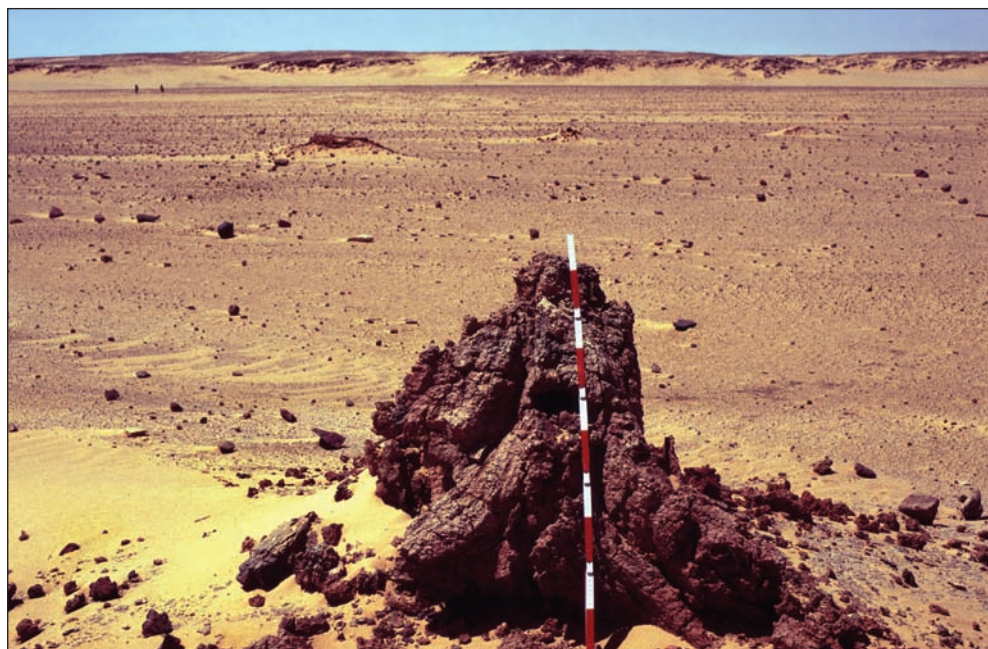


Abb. 4 Senke des Wadi Hariq mit veriegeltem Abtragungsrest eines Wurzelstocks (Maßstab: 1 m)

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

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

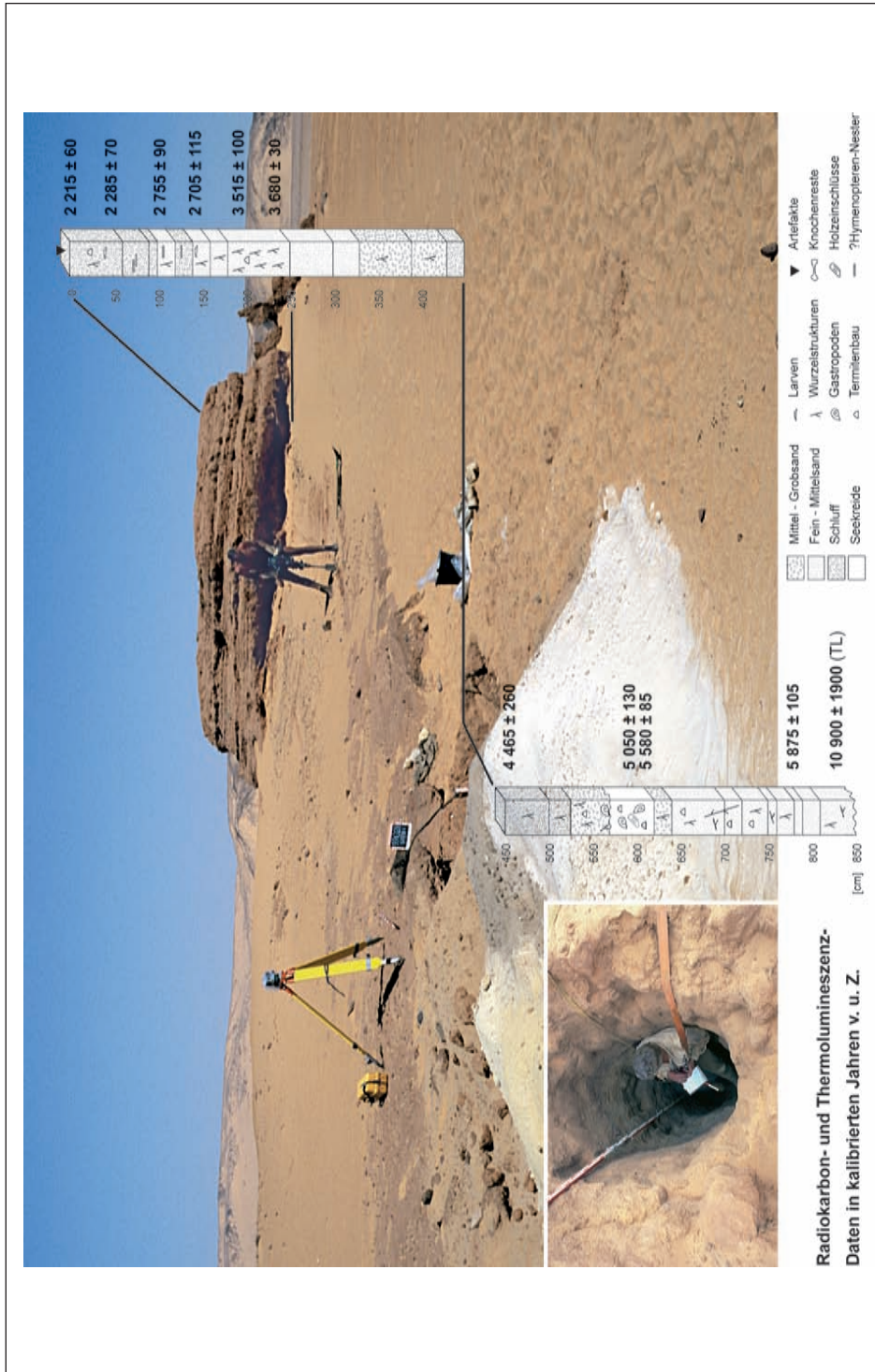


Abb. 5 Lage und Stratigraphie des Profils S978 im Wadi Hariq

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Das Obere Wadi Howar

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

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

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

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

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

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

5 Die Expedition hatte zur Aufgabe, die naturräumlichen und sozialpolitischen Voraussetzungen für die Einrichtung eines Nationalparks im Nordwest-Sudan zu klären. Beteiligt waren leitende Vertreter verschiedener sudanesischer Behörden und Nichtregierungsorganisationen (*Wildlife Conservation Department, Wildlife Research Centre, Geological Research Authority, National Corporation for Antiquities and Museums, Sudanese Environmental Conservation Society*) sowie ein Abgesandter des Außenministeriums im Botschaferrang. An der vom Autor geleiteten und streckenweise von einer Militäreskorte begleiteten Expedition waren seitens des SFB 389 auch die Archäologin Birgit KEDING und die Geobotanikerin Stefanie NUSSBAUM beteiligt. Als Ergebnis langjähriger Bemühungen zum Schutz des natürlichen und kulturellen Erbes im Nordsudan und nicht zuletzt dieser Mission erklärte die sudanesishe Regierung nach Zustimmung der drei betroffenen Provinzen des Nordsudan (Northern Darfur, Northern Province und Northern Kordofan) im Jahr 2001 eine Fläche von über 100 000 km² offiziell zum Nationalpark mit der Bezeichnung „Wadi Howar National Park“ – und damit zu einem der größten Schutzgebiete der Erde (KRÖPELIN 1993b).



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

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

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

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



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

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

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

5. Das Untere Wadi Howar

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

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

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

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

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

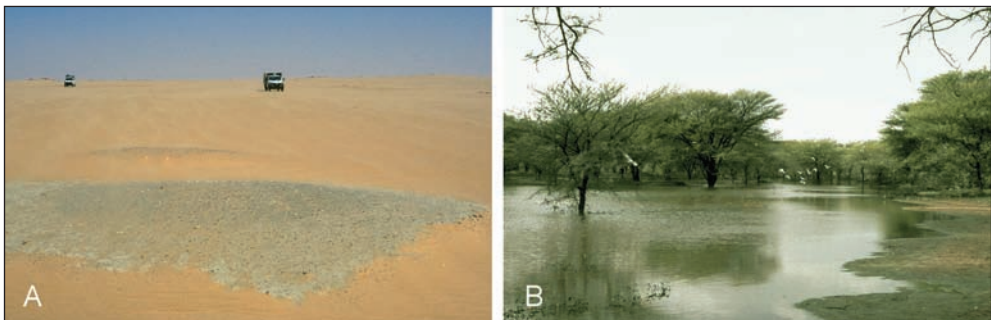


Abb. 8 (A) Feuchtzeitliche Ablagerungen unter Flugsanddecke im Unteren Wadi Howar. (B) Aktualistische Veranschaulichung des Unteren Wadi Howar während der früh- und mittelholozänen Feuchtphase (550 km südlicher gelegenes Wadi in Nordkordofan)



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

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

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

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



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

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

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

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



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

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

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

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



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



Abb. 13 Vermutlich napatansische Festungsanlage am Unteren Wadi Howar

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

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

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

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

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

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

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



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

6. Einordnung in den paläoklimatischen und kulturellen Gesamtrahmen

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

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

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

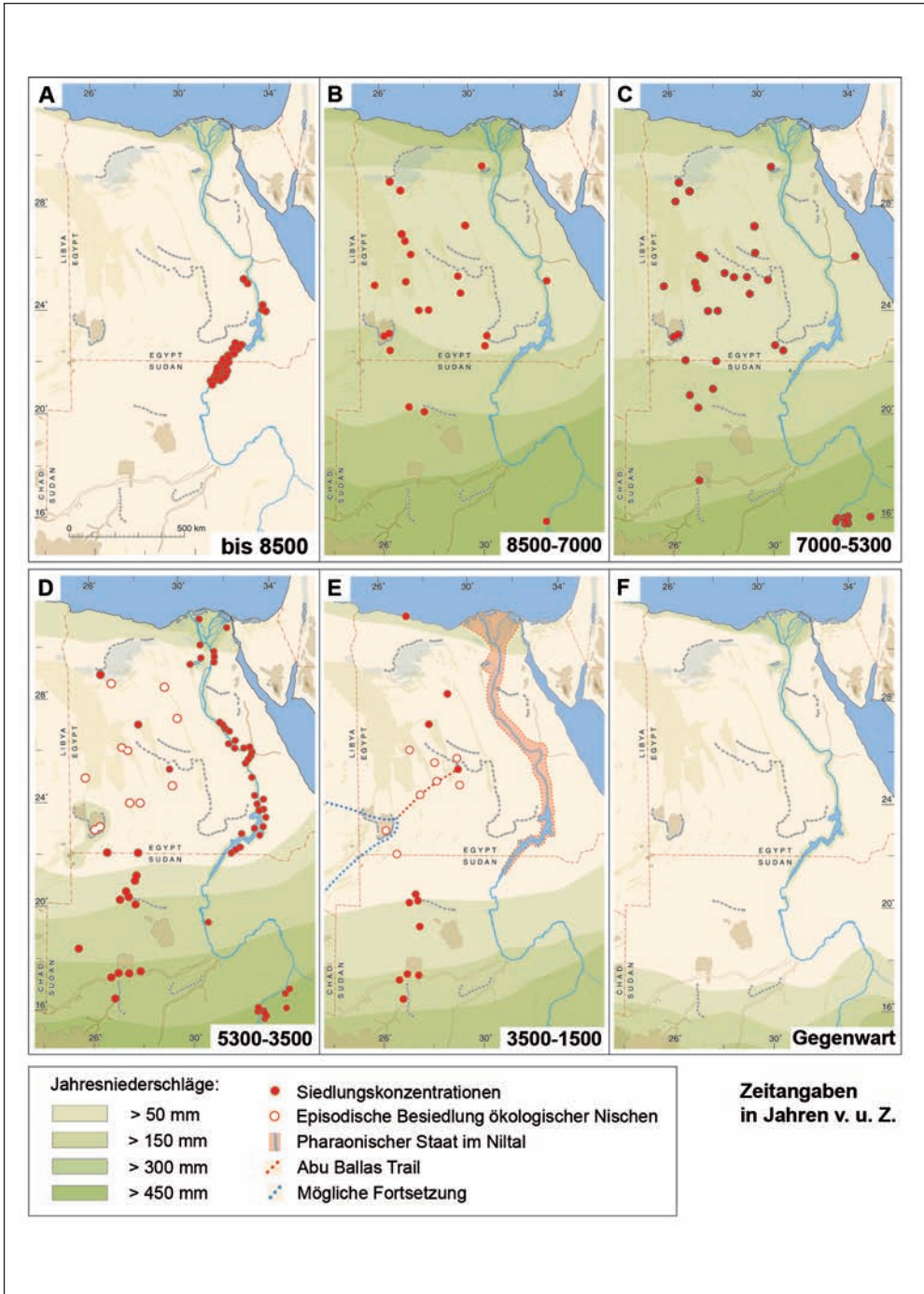


Abb. 15 Klimawandel und Besiedlung der östlichen Sahara während des Holozäns (nach KRÖPELIN und KUPER 2007)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dank

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

Literatur

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

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

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

Thematische Kartierungen in den Geowissenschaften Thematic Mapping in Geosciences

Leopoldina-Meeting

vom 25. bis 27. Mai 2006 in Budapest

Nova Acta Leopoldina N. F., Bd. 94, Nr. 349

Lorenz HURNI (Zürich), István KLINGHAMMER (Budapest) und

Walter ROUBITSCHKEK (Halle/Saale)

(2007, 280 Seiten, 110 Abbildungen, 6 Tabellen, 32,95 Euro,

ISBN-13: 978-3-8047-2407-5)

Unser Dasein ist an räumlich differenzierte Bedingungen gebunden. Karten und bildhafte Geländeaufnahmen können hierzu Informationen bereitstellen, welche die Orientierung erleichtern und Entscheidungshilfen für unser Handeln bieten. Im Band wird der erste Abschnitt „Geostrukturen und Kartierungen im Karpatenbecken“ mit Darstellungen zur historischen Entwicklung der Kartographie, insbesondere Ungarns, eingeleitet. Darauf folgen u. a. Beiträge mit kartographischen Dokumentationen auf den Gebieten der Geologie und Ethnographie. „Neue Methoden und Medien in der Thematischen Kartographie und ihre Anwendung in den Geowissenschaften“ stehen im Vordergrund der Aufsätze über die Fortschritte der rechnergestützten Kartographie. Sie zeigen sowohl die Möglichkeiten interaktiver Kartenkonstruktion als auch neue Wege der Geomodellierung und -simulation, z. B. unter Nutzung der GIS-Technologie.

Neue Unsicherheiten am Rande der Sahara: Regionalisierung und soziale Polarisierung in Marokko

Ingo BREUER und Jörg GERTEL¹ (Leipzig)

Mit 7 Abbildungen

Zusammenfassung

Existenzsicherungssysteme am nördlichen Rande der Sahara, lange gekennzeichnet durch extensive pastorale Produktion, sind im Zuge neoliberaler Globalisierung mannigfaltigen Bedrohungen ausgesetzt. Eigentumsrechte, etwa an Land, werden neu verhandelt, globale Warenketten erreichen auch die scheinbar periphersten Regionen, und lokale Gesellschaften erleben eine asymmetrische Integration in die globale Ökonomie. Ungleicher Zugang zu Ressourcen führt dabei zunehmend zu sozialer Differenzierung und Polarisierung. – Vorliegender Beitrag arbeitet diese Probleme anhand von zwei ausgesprochen unterschiedlichen Nomadengebieten in Marokko, den Ostmarokkanischen Hochplateaus sowie der Südabdachung des Zentralen Hohen Atlas, auf. Er zeigt, wie neue Regionalisierungsprozesse diese Gebiete zunehmend gegenüber Prozessen exponieren, die an weit entfernten Positionen verhandelt werden, jedoch auf lokaler Ebene ihre konkreten territorialen Austragungsorte finden und somit lokale Lebenschancen beeinflussen. So werden kollektive Weiderechte durch private ersetzt, die Weidenutzung monetarisiert und über das Einsetzen von neuen ‚Kooperativen‘ Handlungsmacht an den Staat und an neue Eliten transferiert. Gleichzeitig sind die Alltagspraktiken der Tierhalter zunehmend charakterisiert durch das Überschreiten internationaler Grenzen (nach Algerien, Spanien und Frankreich), die enge Verkopplung ländlicher Produktion mit städtischen Konsumenten- und Arbeitsmärkten sowie die Verknüpfung verschiedener wirtschaftlicher Sphären im Kontext fortschreitender Diversifizierung und einer massiven Zunahme multilokaler Haushaltsökonomien. Die mobile Tierproduktion hat sich somit vielerorts von den traditionellen nomadischen Territorien abgelöst und ist in neue Konflikte und territoriale Dynamiken verwickelt. Der Beitrag zeigt auf, wie in diesen Kontexten für die Bevölkerung des ‚globalisierten Wüstenrandes‘ eine Vielzahl neuer Chancen, aber auch erhebliche Unsicherheiten entstehen.

Abstract

Livelihood systems in North Africa, for long characterized by extensive pastoral production, are increasingly exposed to forces of neoliberal globalization. Property rights are being renegotiated, seemingly peripheral regions linked to international markets by newly evolving commodity chains, and local societies undergo an unbalanced integration into the global economy. Processes of social differentiation and polarization reflect an increasingly unequal access to resources. Starting out from empirical case studies in Morocco, the paper explores three sets of questions. First, how do new external forces unfold in local situations, and with which territorial impact? Second, how are new structures of resource access being negotiated, and how does this become manifest in new insecurities? Third, how can livelihood security be attained within a context of deepening social differentiation? The paper argues that mundane economic practices are increasingly characterized by the transgression of international borders, the linking of rural production with urban consumption and labour markets, and the articulation of different economic spheres (formal/informal) embedded in diversified and multilocal household economies. Simultaneously, the use of collective pas-

¹ Die empirischen Arbeiten, auf denen vorliegender Beitrag beruht, entstanden an der Universität Leipzig im Rahmen des DFG-geförderten Sonderforschungsbereiches 586 „Differenz und Integration – Wechselwirkungen zwischen nomadischen und sesshaften Lebensformen in Zivilisationen der Alten Welt“, dem beide Autoren angehören. Wir sind deshalb der Deutschen Forschungsgemeinschaft zu ausdrücklichem Dank verpflichtet.

tures is privatized and monetarized, and the re-organization of pastoral production entails a transfer of power to new elites and the state. We conclude that the conjunctions of neoliberal measures create new chances and considerable insecurities for the people living on a globalized Saharan margin.

1. Einleitung

Weite Gebiete am nördlichen Rande der Sahara sind seit Jahrhunderten durch nomadische Gesellschaften und extensive pastorale Produktion gekennzeichnet (Abb. 1). Die lokalen Existenzsicherungssysteme sind allerdings mannigfaltigen Bedrohungen ausgesetzt: Fortschreitende Urbanisierung, die Ausdehnung von Ackerflächen, die Einrichtung von Naturparks sowie zunehmend befestigte Grenzen sind einige der Faktoren, die den Zugang zu Weiden beschneiden und die räumliche Mobilität einschränken. Im Zuge neoliberaler Politik werden zudem Eigentumsrechte – etwa an Land – neu verhandelt, und globale Warenketten erreichen auch die scheinbar periphersten Regionen. Viele der lokalen Gesellschaften erleben dabei eine asymmetrische Integration in die globale Ökonomie, und gerade für nomadische Gesellschaften führt der ungleiche Zugang zu Ressourcen zunehmend zu sozialer Differenzierung und Polarisierung.² Vor diesem Hintergrund geht vorliegender Beitrag drei Fragen nach: Erstens, wie bilden sich vor Ort neue globalisierte Verflechtungszusammenhänge heraus und mit welchem



Abb. 1 Ein Tierhalter bei seiner Herde im Hohen Atlas. Der scheinbar ‚traditionelle Nomade‘ ist in eine hoch diversifizierte Haushaltsökonomie eingebunden: Mehrere Mitglieder seines Haushaltes sind als Arbeitsmigranten tätig, ein großer Teil des Einkommens stammt aus der Stadt. Foto: Ingo BREUER

2 Zur Nomadismusforschung sei verwiesen auf GERTEL 2002. Für detaillierte Analysen des Wandels ehemaliger Nomadengebiete in Marokko sei auf den Sammelband *Pastoral Morocco*, den die Autoren zum Thema herausgegeben haben, verwiesen (GERTEL und BREUER 2007, darin u. a. BREUER 2007b, c, CHICHE 2007, DJOUDI et al. 2007, GERTEL 2007), sowie auf die Studien von BREUER (2004, 2005, 2007a) zu Existenzsicherungssystemen im Hohen Atlas.

räumlichem Niederschlag? Zweitens, wie verlaufen Aushandlungen veränderter Ressourcenzugänge, und wie manifestieren sich diese in neuen Unsicherheiten? Drittens, wie kann unter den Bedingungen sozialer Differenzierung und Polarisierung Sicherheit erlangt werden?

Wir gehen im Folgenden von der Annahme aus, dass der Entgrenzung – im Gefüge des globalisierten Neoliberalismus – die Konstruktion von neuen „Regionen“ entgegensteht. Mit dem Begriff *Regionalisierung* sind dabei Prozesse der Konstruktion von Regionen angesprochen; Prozesse, die als Ergebnis der sozioökonomischen Praxis und Konsequenz des alltäglichen „Geographie-Machens“ zu verstehen sind (WERLEN 1999, 2000, MIGGELBRINK 2002). Im Einzelnen unterscheiden wir zwischen politisch-administrativen Regionalisierungen (Rolle des Staates), produktiv-konsumtiven Regionalisierungen (Rolle von Märkten) und diskursiven Regionalisierungen (Rolle von Entwicklungsdiskursen). Regionen werden dabei auf zweierlei Weise gedacht: einerseits als lokal abgrenzbares „territoriales Gefüge“, andererseits als „Handlungsraum“, der durch Akteure konstituiert ist. Es wird argumentiert, dass unterschiedliche Regionalisierungsvorgänge in Raum und Zeit zusammentreffen und dabei neben einzelnen Chancen auch neue Unsicherheiten entstehen. Im Fokus der Betrachtung stehen zwei ausgesprochen unterschiedliche Nomadengebiete in Marokko³: die Ostmarokkanischen Hochplateaus sowie der Zentrale Hohe Atlas und sein südliches Vorland (Abb. 2).

2. Kontext: Marokkanische Wüstenrandgebiete in der Globalisierung

Die Einbindung der Wüstenrandgebiete Marokkos in globalisierte Verflechtungszusammenhänge schreitet rasch voran. Sie vollzieht sich im Rahmen der Integration des Landes in die Weltwirtschaft, die sich insbesondere in den letzten Jahren maßgeblich beschleunigt. So hat Marokko seit den 1980er Jahren zahlreiche Liberalisierungsprogramme umgesetzt. Hierzu zählen etwa umfangreiche Privatisierungen, Maßnahmen zur Deregulierung des Binnen- und Außenhandels sowie seit 2006 die Implementierung eines Freihandelsabkommens mit den USA. Preise für Nahrungsmittel und Konsumgüter sind zunehmend marktbestimmt. Von großer Bedeutung sind zudem die Geldtransfers der über 2,4 Millionen Marokkaner, die im Ausland – vor allem in Europa – leben und arbeiten, sowie die Einnahmen aus dem Tourismussektor, die, bei 3,6 Millionen ausländischen Touristen im Jahre 2006, rasant steigen. Nichtsdestoweniger basiert die marokkanische Ökonomie nach wie vor maßgeblich auf der Landwirtschaft, die jahresabhängig etwa 16–23 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP) ausmacht und etwa 40–50 % der Arbeitskräfte beschäftigt. Tierproduktion ist weit verbreitet: 85 % aller landwirtschaftlichen Betriebe besitzen Tiere; insgesamt werden in Marokko neben 2,6 Millionen Rindern 16,4 Millionen Schafe, 5,4 Millionen Ziegen und 42 000 Dromedare gehalten, viele der drei letztgenannten Tierarten in pastoralen oder agropastoralen Produktionssystemen, welche sich vornehmlich in den semiariden und ariden Teilen des Landes – in den Gebirgsregionen des Atlasbogens sowie den südlich und südöstlich daran anschließenden Wüstengebieten – verorten. Das Spektrum der Weidewirtschaft reicht von vertikaler Transhumanz bis hin zum horizontalen Steppenpastoralismus und von semi-intensiven agropastoralen Systemen bis hin zu extensiveren Formen der Tierproduktion, die praktisch vollständig auf der Nutzung von Naturweiden beruhen.

3 Zu Marokko allgemein siehe MÜLLER-HOHNSTEIN 1978 sowie MÜLLER-HOHNSTEIN und POPP 1990.

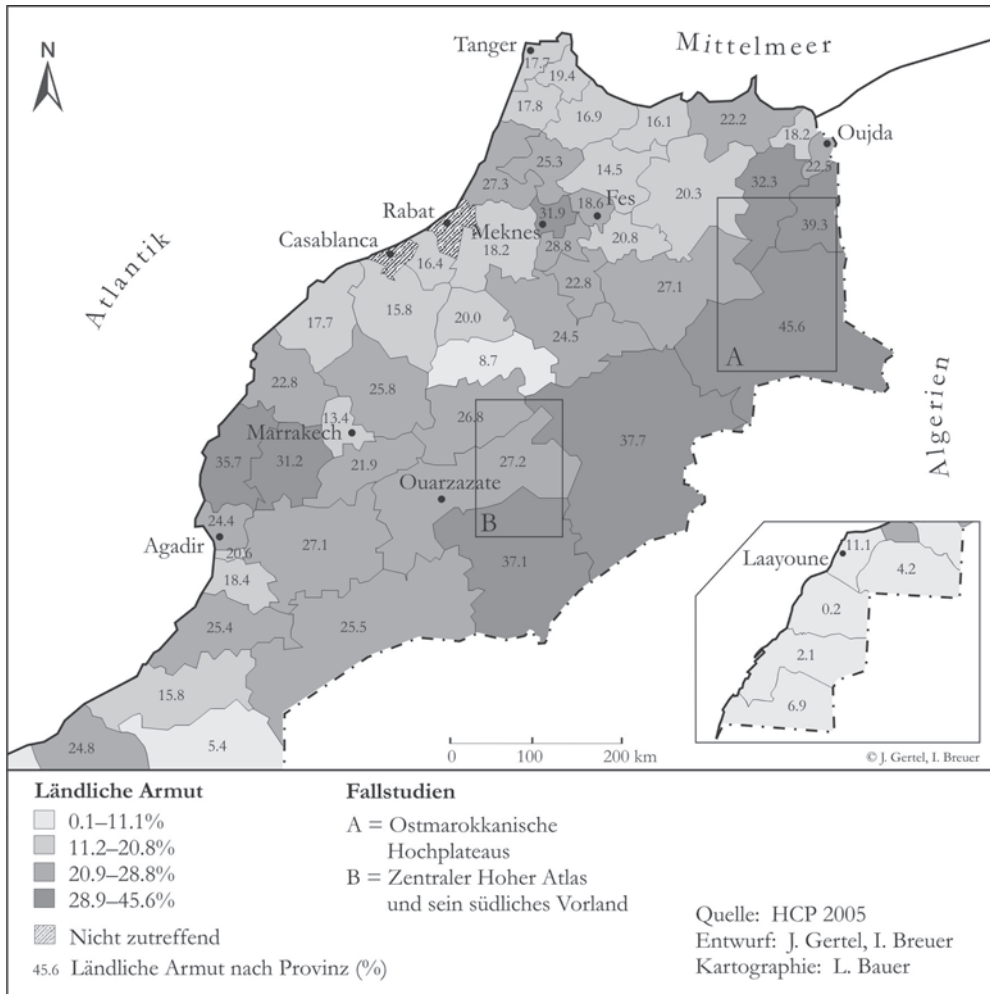


Abb. 2 Marokko – Ländliche Armut. Die Armutsquoten reflektieren sowohl strukturell angelegte ökonomische Risiken als auch die spezifischen Merkmale der jeweiligen Regionen. Sie erreichen insbesondere in den semiariden und ariden Teilen des Landes hohe Werte, so etwa in den Gebieten südlich und östlich des Atlasbogens, wo weite Gebiete nach wie vor für mobile Tierhaltung genutzt werden. Karte: Jörg GERTEL und Ingo BREUER

Die Agrar- und Tierproduktionssysteme Marokkos sind zahlreichen klimatischen und makroökonomischen Risiken unterworfen. In großen Teilen des Landes ist die Niederschlagsvariabilität so hoch, dass es regelmäßig zu starken interannuellen Schwankungen der landwirtschaftlichen Produktion kommt. Große Mengen an Weizen, dem Grundnahrungsmittel der Armen, müssen jährlich importiert werden, um die Versorgung einer wachsenden Bevölkerung von momentan etwa 30 Millionen Marokkanern zu sichern, von denen knapp die Hälfte auf dem Land lebt. Während die agrarischen und pastoralen Produktionssysteme eng miteinander verflochten sind, ist das *Agro-Food*-System gespalten in exportorientierte Bereiche, in denen beispielsweise Tomaten und Zitrusfrüchte nach EU-Quoten für den europäischen

Markt produziert werden, und eine große Anzahl kleiner Familienbetriebe, die Nahrung und Tiere vor allem für lokale Märkte und für ihre eigene Subsistenz produzieren. Insgesamt unterscheiden sich die einzelnen Gebiete des Landes sehr stark voneinander. Dies gilt sowohl für Naturräume als auch für Produktionssysteme, Formen und Ausprägung der Marktintegration sowie staatliche Interventionen. Die Armutsquoten reflektieren dabei sowohl strukturell angelegte ökonomische Risiken als auch die spezifischen Merkmale der jeweiligen Regionen. Sie sind in den ariden ländlichen Regionen und vor allem in den Wüstenrandgebieten, über die in vorliegendem Artikel gesprochen wird, im Landesvergleich am höchsten und erreichen, bezogen auf die ländliche Bevölkerung, Werte von etwa 30–45 % (vgl. Abb. 2). Vor diesem Hintergrund sind drei aktuelle Entwicklungsprobleme hervorzuheben: Erstens, die zunehmende Privatisierung kollektiven Weide- und Agrarlandes (vgl. DAVIS 2006, 2007). Zweitens, die unvorhersehbaren Dynamiken, die die Öffnung des nationalen Marktes für Agrarimporte aus den USA auslösen wird. Und drittens, die Frage nach den Möglichkeiten der Regierung, angesichts der nach wie vor hohen ländlichen Armut und der wachsenden sozialen Polarisierung nationalen Ausgleich zu schaffen. Das Ziel des vorliegenden Artikels, Zusammenhänge zwischen neuen Formen von Regionalisierung und Prozessen sozialer Polarisierung aufzuarbeiten, verortet sich nicht zuletzt in diesem Kontext.

3. Die Ostmarokkanischen Hochplateaus – Entwicklungsinterventionen und grenzüberschreitende Märkte

Im Nordosten Marokkos, vom Ostabhang des Atlasbogens bis hin zur algerischen Grenze, erstrecken sich auf einer Höhe von etwa 1000–1700 m ü. M. die ostmarokkanischen Hochplateaus, ein Gebiet von ca. 60 000 km², das im Osten und Süden nach Algerien übergeht. Dominiert von Steppenvegetation, flach bis leicht hügelig, im Norden subhumid, im Süden semiarid bis wüstenhaft, und mit insgesamt vergleichsweise kühlen Wintern, sind die Hochplateaus ein klassisches Gebiet für Nomadismus. Die der arabischsprachigen Gruppe der Beni Guil sowie einigen anderen kleineren Stammesgruppen zugehörigen Bewohner gingen bis in die 1980er Jahre praktisch ausschließlich nomadischen Tätigkeiten nach (vgl. RACHIK 2000). Feste Siedlungen existierten – bis auf eine wenig ausgeprägte Infrastruktur mit einigen Verwaltungsposten, Minen, Militärgarnisonen, einer Eisenbahnlinie sowie sehr wenigen Straßen – praktisch keine. Trotz tiefgreifender Transformationen sind die Hochplateaus bis heute von mobilen Tierproduktionssystemen dominiert, die die Mehrheit der Bevölkerung beschäftigen und den weitaus größten Teil der Wirtschaftsleistung ausmachen. Gleichzeitig weisen sie nach wie vor im Landesvergleich sehr hohe Armutsquoten auf. Innerhalb Marokkos werden sie dementsprechend bis heute als „Nomadengebiet *par excellence*“, aber auch als rückständig wahrgenommen.

Die Nomaden der Hochplateaus sind jedoch wie nur wenige andere Tierhaltergruppen Marokkos bereits seit etlichen Jahrzehnten Gegenstand verschiedenster Entwicklungsinterventionen von Seiten des Staates und internationaler Institutionen. Hierdurch wurden die pastoralen Produktionssysteme und die Weidezugangsregimes völlig umgestaltet.⁴ Die mobile Tierhaltung ist gleichzeitig in spezifische Marktstrukturen eingebunden: Sie ist einer-

⁴ Zu den ostmarokkanischen Hochplateaus ist von marokkanischer Seite umfangreich publiziert worden. Vgl. etwa HAMMOUDI et al. 1992, RACHIK 2000, 2007, MAHDI 2002, 2007, TAG 2007.

seits eng mit informellem grenzüberschreitendem Handel zwischen Marokko und Algerien verflochten, andererseits aber auch direkt auf städtische Konsumentenmärkte ausgerichtet. Im Folgenden stehen daher exemplarisch zwei Dimensionen von Regionalisierungsprozessen im Mittelpunkt. Zum einen wird analysiert, wie sich im Kontext (staatlicher) Entwicklungsprogramme territoriale Konfigurationen verändern und wie sich dies auf ökonomische Praktiken der Bevölkerung auswirkt. Zum anderen wird gezeigt, wie Marktverflechtungen, die in mehrererlei Hinsicht Grenzen überschreiten, den Alltag der Tierhalter gegenüber externen Prozessen zunehmend exponieren. Abschließend wird untersucht, welche sozialen Konsequenzen diese Vorgänge in ihrem Zusammenwirken vor Ort zeitigen.

Staatliche Entwicklungsinterventionen auf den Hochplateaus haben eine lange Geschichte, erreichen jedoch insbesondere seit den späten 1980er Jahren im Rahmen mehrerer großangelegter Projekte eine außerordentliche Wirkungstiefe. Die jüngeren Projekte fanden in mehreren Zeitschnitten statt, beinhalteten jedoch jeweils ähnliche Komponenten, von denen drei hier entscheidend sind, und zwar: die Schaffung von Kooperativen, die Reorganisation des Weideterritoriums und des Weidezuganges sowie die Implementierung technischer Innovationen im Bereich des Herdenmanagements. Zunächst wurden ab Anfang der 1990er Jahre flächendeckend Tierproduktionskooperativen eingerichtet. Deren Organisation sollte, so das Leitprinzip, auf den traditionellen tribalen Strukturen beruhen. Es wurden deshalb jeweils Tierhalter derselben ethnischen (Verwandtschafts-) Gruppe zusammengefasst, die bis dahin jeweils dasselbe Weideterritorium genutzt hatten. Während traditionell die Weidezugangsrechte auf einfacher Zugehörigkeit zur ethnischen Gruppe beruht hatten, sind sie seither an den Status der Mitgliedschaft in der jeweiligen Kooperative gebunden. Entscheidend ist damit, dass die Weideflächen der Hochplateaus nun nicht mehr durch die Territorien einzelner Lineages und Stammesgruppen strukturiert sind, sondern durch Flächen, die jeweils den einzelnen Tierproduktionskooperativen zugewiesen werden. Als institutionelle Akteure sind die Kooperativen gleichzeitig zuständig für die Vergabe wichtiger Ressourcen, wie etwa die Verteilung von subventioniertem Futter oder von Geld für Modernisierungsprogramme. Gleichzeitig wurde flächendeckend ein neues System des Weidemanagements implementiert, das die Landschaft der Hochplateaus völlig verändert hat: Teile der Weiden werden nun regelmäßig für die Regeneration der Vegetation unter temporäres Nutzungsverbot gestellt; kleinere Flächen sind für Atriplex- und Feuerholzpflanzungen reserviert. Zudem wurde den Nomaden eine Reihe von Innovationen zugänglich gemacht, die die räumlichen Praktiken der Tierhaltung grundlegend verändert haben (vgl. RACHIK 2007). Hierzu zählt der Bau von Brunnen und Wasserreservoirs, vor allem jedoch die Einführung von Zufutter sowie die Motorisierung der Produktionssysteme. Praktiken der Zufütterung sind inzwischen weit verbreitet; sie bedingen eine geringere Abhängigkeit von den variablen Niederschlägen, jedoch auch einen Rückgang pastoraler Mobilität, neue semiintensive Formen der Tierproduktion sowie massive Degradationserscheinungen. Gleichzeitig hat der Lastwagen die traditionellen Transportmittel Dromedar und Pferd weitgehend ersetzt. Er wird insbesondere von Besitzern größerer Herden zum Transport von Wasser und Futter eingesetzt, die nunmehr auch abgelegene Weiden, die vorher etwa infolge des Mangels an Wasserstellen nur eingeschränkt zugänglich waren, intensiv nutzen. Die skizzierten Regionalisierungsvorgänge lassen sich demnach wie folgt zusammenfassen: Kollektive Weiderechte werden abgeschafft und durch private ersetzt, die Weidenutzung monetarisiert und der Kontrolle ehemaliger Eigentümer entzogen. Vermittelt durch die Schnittstelle der sogenannten Kooperativen wird Handlungsmacht an den Staat und an neue Eliten transferiert.

Bereits seit längerem sind die Hochplateaus durch informellen grenzüberschreitenden Handel mit Algerien geprägt, dessen Wirtschaft erdöldominiert ist und somit eine völlig andere Struktur als die marokkanische Ökonomie aufweist. Obwohl die Grenzen offiziell seit Anfang der 1990er Jahre geschlossen sind, findet umfangreicher informeller Handel statt, und die Tierhalter sind daran, direkt oder indirekt, maßgeblich beteiligt. Über die Grenze gelangen neben Diesel und anderen Konsumgütern insbesondere Schafe. Umfang und Richtung des Tierhandels sind dabei sehr stark an die Schwankungen des Umtauschkurses zwischen der marokkanischen (Dirham) und der algerischen Währung (Dinar) gebunden. In diesem Rahmen wurde mit dem Oulad-Jellal-Schaf eine neue, bis dato vor allem in Algerien gehaltene Rasse, auf den Hochplateaus eingeführt. Für Ende der 1990er Jahre beziffert KHALIL (2007) die Anzahl der von den Hochplateaus in die marokkanischen Städte verkauften Tiere mit knapp einer Million. Wie er zeigt, wurden fast 60 % davon informell aus Algerien importiert. Insgesamt spielen die Hochplateaus eine zentrale Rolle für die Fleischversorgung städtischer Zentren Nordmarokkos (vor allem Oujda, Fes, Tanger, Casablanca und Rabat). Ein Schlüsselfaktor hierbei ist, dass sich insbesondere größere Tierproduzenten und -händler direkt an der Nachfrage der städtischen Konsumenten und deren lokal und sozial differenzierten Präferenzen orientieren. So werden Tiere spezifischen Alters und Mästungsgrades selektiv an unterschiedliche Konsumentengruppen verkauft; Oulad-Jellal-Schafe finden hohe Nachfrage bei bestimmten städtischen Metzgern, während die lokale Beni-Guil-Rasse insbesondere zum jährlichen islamischen Opferfest nachgefragt ist. Alltagspraktiken sind demnach nunmehr dadurch charakterisiert, dass sie internationale Grenzen überschreiten (Marokko/Algerien), ländliche Produktion mit städtischem Konsum in Beziehung setzen und verschiedene ökonomische Sphären (illegal/informell/legal) miteinander verknüpfen. Im Giddensschen Sinne vervielfachen sich dabei unerkannte Handlungsbedingungen ebenso wie unbeabsichtigte Handlungsfolgen. Dass in diesem Kontext der Umgang mit Risiken aus der Sicht der Tierhalter zunehmend komplexer wird, liegt auf der Hand.

Als eine Konsequenz hat sich die sukzessive Sesshaftwerdung seit den 1980er Jahren erheblich beschleunigt. Sie geschieht in etlichen Formen. Einerseits werden Tierhalter direkt auf den Weiden sesshaft, in stationären Zelten, Hütten oder Häusern. Dies erlaubt ihnen etwa, subsistenzorientierten Regenfeldbau von Getreide aufzunehmen und Rinder zu halten, beides Aktivitäten, die in den letzten Jahren dramatisch zugenommen haben. Andererseits lassen sich viele Tierhalter in den Siedlungen, die in den letzten Jahren entstanden sind, oder an deren Peripherien nieder. Etliche der ehemals winzigen Markt- und Verwaltungsorte sind hierdurch inzwischen zu kleinen Städten herangewachsen; Gemeindezentren werden zunehmend ausgebaut (Abb. 3). Die drei größten Siedlungen des Gebietes etwa, Bouarfa (25 000 Einwohner), Ain Beni Mathar (14 000 Einwohner) und Tendirra (12 000 Einwohner), haben ihre Einwohnerzahlen zwischen 1982 und 2004 jeweils mehr als verdoppelt.⁵ Entgegen dem klassischen Bild von Sesshaftwerdung als unwiderruflicher und abgeschlossener Prozess wird diese allerdings oft nur teilweise vollzogen: So nutzen viele Tierhalter parallel sowohl feste Behausungen als auch Zelte. Teile der Familien leben stationär – etwa in einer Kleinstadt, die Bildungsinfrastruktur bietet –, Hirten und Herde bleiben jedoch, mit Hilfe von Lastwagen, in hohem Maße mobil.

Parallel hierzu hat in den letzten zehn Jahren temporäre Emigration nach Europa, insbesondere nach Spanien, eingesetzt. Während noch in den 1980er Jahren Auslandsmigranten

⁵ Die in Klammern angegebenen Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2004.



Abb. 3 Neu angelegtes Gemeindezentrum auf den ostmarokkanischen Hochplateaus mit Moschee, Verwaltungsbauten und Krankenstation. Neue Siedlungen entwickeln sich entlang staatlich angelegter Infrastruktur. Foto: Ingo BREUER

unter den Tierhaltern selten waren, zählte eine im Jahre 2002 durchgeführte Studie in den Haushalten 4000 befragter Tierhalter knapp 2100 Migranten, von denen sich etwa 60 % im Ausland befanden (vgl. MAHDI 2007). Die Migration konzentrierte sich auf die industrialisierten Bewässerungsgebiete Südspaniens, so z. B. um die Städte El Ejido und Nijar in der Provinz Almeria, die mit 30000 ha die größten zusammenhängenden Gewächshauskonzentrationen Europas darstellen (vgl. Abb. 4). Die Arbeitskräfte werden im Zuge ihrer Migration in durch europäische Strukturfonds gesteuerte Wirtschaftskreisläufe eingebunden (vgl. *EBF/CEDRI* 2004); sie ermöglichen u. a. in Deutschland den jahreszeitenunabhängigen Konsum von Gemüse wie etwa Tomaten. Gleichzeitig weist die Emigration eine starke Saisonalität auf.⁶ Die Emigranten brechen den Kontakt mit ihrer Heimat in der Regel nicht ab, sondern pendeln zwischen Spanien und ihren Herkunftsorten, mit dem Ziel, die Tierproduktion weiterzuführen, indem sie die alltägliche Hütearbeit etwa Lohnhirten anvertrauen.

Insgesamt haben sich durch die genannten Regionalisierungsvorgänge neue Eliten herausgebildet (Unternehmer, Händler, Bürokraten und Funktionäre, Emigranten). Hierzu zählen die pastoralen Unternehmer, die mit hohem Aufwand semiextensive Weidewirtschaft betreiben und ihre Herden nach unternehmerischen Prinzipien – marktorientiert sowie auf Gewinnmaximierung und Profitabilität ausgerichtet – führen. Gleichzeitig nimmt die Anzahl verarmter Nomaden, die ihre Herde entweder ganz verloren haben oder deren Besitz auf wenige Tiere geschrumpft ist, stetig zu. Diese siedeln sich unter slumartigen Bedingungen an den Peripherien der wachsenden Kleinstädte an, wo sie insbesondere Tagelöhnerarbeit praktizieren oder sich als Arbeiter oder Lohnhirten bei Haltern größerer Herden verdingen (vgl. Abb. 5). Die Herausbildung einer verarmten städtischen Schicht ist auf den ostmarokkanischen Hochplateaus ein neues Phänomen, das bereits zu Konflikten geführt hat, so etwa im Herbst 2005, als sich in Bouarfa und Talsint soziale Spannungen in Demonstrationen entluden.

⁶ MAHDI 2007, S. 99f.



Abb. 4 Bewässerungslandwirtschaft in Gewächshäusern bei El Ejido, Südspanien. Hier arbeiten viele der Emigranten von den ostmarokkanischen Hochplateaus. Foto: Jörg GERTEL



Abb. 5 Verarmte Ex-Nomaden, sesshaft geworden am Rande der Stadt Bouarfa, ostmarokkanische Hochplateaus. Foto: Ingo BREUER

4. Der Zentrale Hohe Atlas und sein Vorland – Arbeitsmigration und ‚neuer Lastwagen-Nomadismus‘

Der Zentrale Hohe Atlas war lange Zeit durch multiple, kleingekammerte Systeme auf- und absteigender Transhumanz geprägt, die den ansässigen, überwiegend berbersprachigen Gruppen die jahreszeitliche Nutzung verschiedener Ökosysteme in den unterschiedlichen Höhenlagen erlaubten. Die meisten Gruppen betrieben sowohl Tierhaltung auf den weiten Weideflächen als auch Bewässerungsfeldbau in den engen Oasentälern; die Mobilität von Hirten und Herden folgte klassischen Sommer-Winter-Weidezyklen zwischen den Hochweiden und den südlich an das Gebirge anschließenden tiefer gelegenen Sahararandgebieten. Heute stellt sich die Situation völlig anders dar: Nur noch eine Minderheit der Bevölkerung – je nach Gemeinde etwa zwischen 2 und 15 % – ist in der mobilen Tierhaltung tätig. Das Aktivitätenspektrum ist breit und reicht von Lohnarbeit über Handel und andere selbständige Tätigkeiten, Handwerk und Landwirtschaft bis in den Tourismussektor. Letzterer hat sich in verschiedensten Formen – etwa als Rundreise-, Trekking- und Rallyetourismus – fest in der Region etabliert (POPP 2003, 2004). Die wohl wichtigste Rolle für die Existenzsicherung spielt jedoch die temporäre und saisonale Arbeitsmigration in die Städte. Die regionale Ökonomie ist heute gekennzeichnet durch massiven Export von Arbeitskraft, die Omnipräsenz von Migrationsbewegungen sowie dichte soziale Netzwerke, die auch die abgelegensten Weiler direkt mit den Großstädten und mit Europa verbinden. Gleichzeitig haben die verbleibenden mobilen Tierhalter begonnen, Zelte, Hirten und Herden per Lastwagen durch das gesamte Land zu transportieren und damit eine in Marokko bislang unbekannte Form hochgradig mobiler Weidewirtschaft zu begründen.

Die Einbindung der Region in externe Lohnarbeitsmärkte vollzog sich in mehreren Zeitschnitten und begann vielerorts bereits in der französischen Protektoratszeit. Spätestens in den 1960er Jahren setzte massive Auslandsemigration nach Europa – vor allem Frankreich und Belgien – ein. In den darauffolgenden Jahrzehnten wurden Lohnarbeiter zunehmend auch in den wachsenden marokkanischen Städten tätig. Eine bis heute wichtige Dynamik resultiert aus der Verknüpfung beider Prozesse, indem seit den 1970er Jahren zurückkehrende Auslandsmigranten vielerorts Unternehmen gegründet haben, die mittlerweile in zweiter Generation etwa im Bausektor in den Großstädten des Landes aktiv sind. Vermittelt durch lokal verankerte Rekrutierungsnetzwerke kam es somit zu selektiver Einbindung von Lohnarbeit in die pastoralen Ökonomien des Hohen Atlas. Wie sich diese Transformation im Tätigkeitsprofil berufstätiger Männer niederschlägt, wird in Abbildung 6 exemplarisch verdeutlicht.

In manchen Gemeinden ist mittlerweile die Mehrheit der erwachsenen Männer als Arbeitsmigranten tätig. Die meisten Haushalte sind stark diversifiziert und kombinieren mehrere Aktivitäten und Einkommensquellen miteinander. Sie wirtschaften multilokal, d. h., die einzelnen Mitglieder verteilen sich zumindest temporär auf verschiedene Orte. Ein Beispiel dafür ist das Oussikis-Tal: Hier waren im Sommer 2002 etwa 39 % der erwachsenen Männer als temporäre Inlandsmigranten mobil, die meisten davon als Bauarbeiter in Rabat, Casablanca, Marrakech und Agadir. Einzelne Migrationsperioden dauerten typischerweise zwischen zwei Monaten und einem knappen Jahr. Etwa zwei Drittel der Haushalte waren räumlich geteilt – im Extremfall zwischen Zelt, Dorf und Stadt. Eine wichtige Rolle spielt dennoch das gemeinsame Wirtschaften innerhalb des Familienverbandes und die Umverteilung von Ressourcen zwischen den einzelnen Aktivitäten. Diese Praktiken der Diversifizierung, der Risikominimierung und des multilokalen Wirtschaftens ermöglichen beträcht-

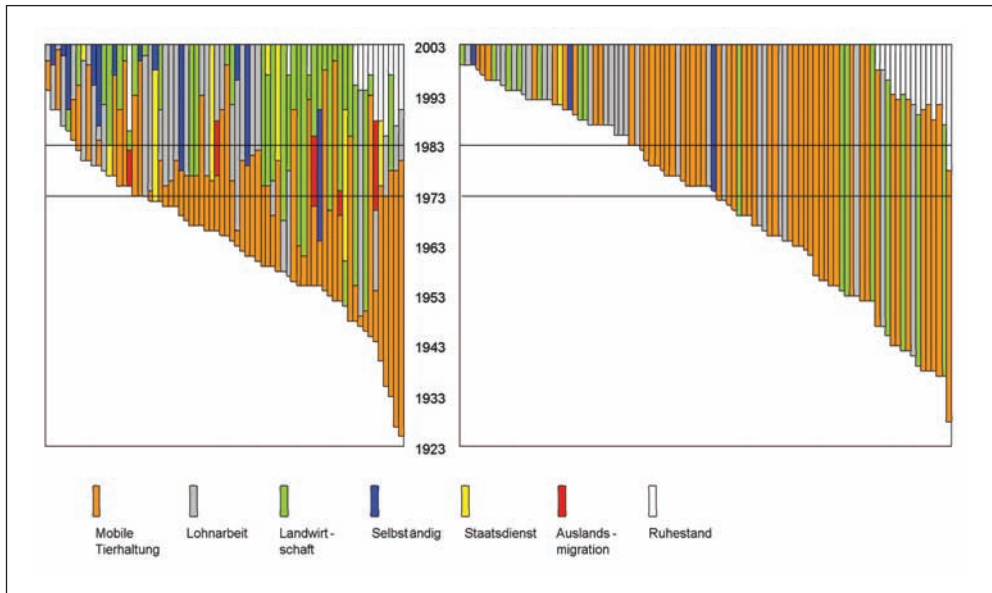


Abb. 6 Zentraler Hoher Atlas – Prozesse ökonomischer Differenzierung. Daten und Entwurf: Ingo BREUER. Grafik: David KREUER und Ingo BREUER. Dargestellt sind die beruflichen Lebensläufe von 170 männlichen Haushaltsvorständen in Oussikis, einem Tal an der Südabdachung des Hohen Atlas. Jeder Balken stellt einen Mann und seinen Werdegang dar, und zwar von seinem 16. Lebensjahr bis 2003. Das linke Diagramm umfasst die Männer, für die sich ein Wechsel der ökonomischen Aktivität im Lebenslauf nachweisen lässt, das rechte diejenigen, die während ihres gesamten Lebens dieselbe Aktivität verfolgt haben. Drei Punkte fallen auf: (a.) Bis in die 1970er Jahre hinein ist der weitaus größte Teil der Männer im Bereich der mobilen Tierhaltung beschäftigt. Aktivitätenwechsel betreffen lediglich eine Minderheit. (b.) Umbrüche erfolgen ab den 1970er Jahren: Das Aktivitätenspektrum erweitert sich. Viele Männer werden in Lohnarbeit, Landwirtschaft oder Handel tätig. Biographien mit mehrfachen Tätigkeitswechseln werden denkbar. (c.) Der Wandel verstärkt sich mit der Dürre, die Anfang der 1980er Jahre Südmarokko erfasste: Von der jüngeren Generation, deren Arbeitsbiographie nach 1983 beginnt, wählten zwei Drittel nicht-pastorale Aktivitäten.

lichen Bevölkerungsteilen eine erfolgreiche Sicherung ihrer Existenz in einer Region, die selbst nur wenige Ressourcen bietet.

Seit den späten 1990er Jahren hat sich ein Phänomen herausgebildet, das von Beobachtern mit Begriffen wie ‚neuer Hypernomadismus‘ oder ‚Lastwagen-Nomadismus‘ belegt wird. Es handelt sich dabei um Tierhalter, die begonnen haben, sowohl ihre Zelte als auch ihre Herden per Lastwagen durch das ganze Land zu transportieren (vgl. Abb. 7). Unter Ausnutzung der in Marokko bislang noch verbreiteten Regelungen kollektiven Weidezugangs versuchen diese, die durch die hohe Niederschlagsvariabilität verursachten Risiken zu umgehen. Sie transportieren ihre Herden per Lastwagen jedes Jahr jeweils dorthin, wo infolge zufriedensstellender Niederschläge gute Weidebedingungen herrschen. Gleichzeitig spielen jedoch auch Faktoren wie Marktnähe sowie Konflikte mit der dort ansässigen Bevölkerung bzw. deren Vermeidung eine Rolle bei der Auswahl der Zielgebiete, die etliche hundert Kilometer von der Atlasregion entfernt liegen können. Von vielen Tierhaltern wird ‚Lastwagen-Nomadismus‘ nur im Fall regionaler Dürren und dann auch nur für begrenzte Zeitabschnitte praktiziert. Vor allem Besitzer großer Herden bauen diese Option aber mittlerweile auch regulär in ihre Kalkulationen ein

(vgl. BREUER 2007a). Einige Tierhalter nutzen praktisch jedes Jahr neue Weiden und kehren immer seltener in ihr Ursprungsgebiet zurück (vgl. WERNER 2007). Eines der Hauptzielgebiete der ‚Lastwagen-Nomaden‘ ist das südwestmarokkanische Souss-Gebiet. Dieses hat sich in den letzten Jahren zu einem wichtigen Ziel für mobile Tierhalter in ganz Marokko entwickelt. Es handelt sich um eine der ökonomisch dynamischsten Regionen des Landes, die in den letzten Jahrzehnten massives Wirtschaftswachstum erlebt hat, vor allem durch den Aufschwung der exportorientierten Landwirtschaft. Gleichzeitig beherbergt der Souss ein einmaliges Ökosystem, den endemischen Arganienwald, der teils als UNESCO-Biosphärenreservat geschützt ist, und in dem sylvo-pastorale Tierproduktion praktiziert wird. Die Präsenz verschiedenster externer Tierhaltergruppen führt im Souss regelmäßig zu Konflikten mit mittlerweile äußerst komplexen Interessenkonstellationen und Akteursallianzen (TURNER 2006, 2007). Die mobile Tierproduktion im Hohen Atlas löst sich somit zunehmend von den traditionellen Transhumanzterritorien ab und exponiert sich gegenüber neuen Konflikten und territorialen Dynamiken.

5. Schlussfolgerungen

Neue Verflechtungszusammenhänge integrieren die nur scheinbar peripheren Wüstenrandgebiete in eine globalisierte Weltwirtschaft. Sie exponieren die Bewohner damit gegenüber Kräften, die an weit entfernten Positionen verhandelt werden, aber letztendlich am Sahararand ihren konkreten territorialen Austragungsort finden. Dies bringt beträchtliche Auswirkungen für die lokalen Lebenswelten mit sich: Aus der Perspektive der Tierhalter und Nomaden ist der Alltag komplexer geworden, die Unsicherheiten und Chancen vielfältiger und die Anforderungen an die Strategien der Existenzsicherung größer. Diejenigen Akteure und Haushalte, die über günstige Ressourcenportfolios verfügen, werden am ehesten in der Lage sein, die Herausforderungen eines Lebens am ‚globalisierten Wüstenrand‘ auch in den nächsten Jahrzehnten zu meistern.



Abb. 7 Transport von Tieren und Zelt per Lastwagen. Foto: Ingo BREUER

Literatur

- BREUER, I.: Mobilität und Existenzsicherung im ariden Marokko. In: MEYER, G. (Ed.): Die arabische Welt im Spiegel der Kulturgeographie. S. 256–263. Mainz: Zentrum für Forschung zur Arabischen Welt 2004
- BREUER, I.: Statistiken, oder: Wie werden ‚Nomaden‘ in Marokko gemacht? *Orientwissenschaftliche Hefte* (Halle an der Saale) 17, 55–73 (2005)
- BREUER, I.: Existenzsicherung und Mobilität im ariden Marokko. Wiesbaden: Reichert 2007a
- BREUER, I.: Marketing from the margins: The Ilmchan pastoralists of the Pre-Sahara. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 117–132. Wiesbaden: Reichert 2007b
- BREUER, I.: Livelihood security and mobility in the High Atlas Mountains. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 165–179. Wiesbaden: Reichert 2007c
- CHICHE, J.: History of mobility and livestock production in Morocco. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 31–59. Wiesbaden: Reichert 2007
- DAVIS, D. K.: Neoliberalism, environmentalism, and agricultural restructuring in Morocco. *Geograph. J.* 172/2, 88–105 (2006)
- DAVIS, D. K.: Neoliberalism, environmentalism, and agricultural restructuring in dryland Morocco. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 61–80. Wiesbaden: Reichert 2007
- DJOUDI, H., HOFFMANN, I., EL AMIRI, B., and STEINBACH, J.: Animal production, herd mobility, and rangeland access in the Middle Atlas. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 133–148. Wiesbaden: Reichert 2007
- EBF/CEDRI (Europäisches BürgerInnenforum/Europäisches Komitee für die Verteidigung der Flüchtlinge und GastarbeiterInnen): Bittere Ernte. Die moderne Sklaverei in der industriellen Landwirtschaft Europas. Zürich 2004
- GERTEL, J.: Globalisierung, Entankerung und Mobilität: Analytische Perspektiven einer gegenwartsbezogenen geographischen Nomadismusforschung. *Orientwissenschaftliche Hefte* (Halle an der Saale) 3, 57–88 (2002)
- GERTEL, J.: Mobility and insecurity: The significance of resources. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 11–30. Wiesbaden: Reichert 2007
- GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity. Wiesbaden: Reichert 2007
- HAMMOUDI, A., MAHMOUDI, M., RACHIK, H., et TOZY, M.: Etude sur le changement, l'innovation et les attitudes, PDPEO, phase II. Rabat (unveröffentlicht) 1992
- KHALIL, M.: Trading livestock: Eastern moroccan sheep meat commodity chains. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 107–115. Wiesbaden: Reichert 2007
- MAHDI, M. (Ed.): Mutations Sociales et Réorganisation des Espaces Steppiques. Casablanca: Naja Al Jadida 2002
- MAHDI, M.: Pastoralism and institutional change in the Oriental. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 93–105. Wiesbaden: Reichert 2007
- MIGGELBRINK, J.: Der gezähmte Blick. Zum Wandel des Diskurses über „Raum“ und „Region“ in humangeographischen Forschungsansätzen des ausgehenden 20. Jahrhunderts. Leipzig: Institut für Länderkunde 2002
- MÜLLER-HOHENSTEIN, K.: Die ostmarokkanischen Hochplateaus. Ein Beitrag zur Regionalforschung und zur Biographie eines nordafrikanischen Trockensteppenraumes. Erlangen 1978
- MÜLLER-HOHENSTEIN, K., und POPP, H.: Marokko. Ein islamisches Entwicklungsland mit kolonialer Vergangenheit. Stuttgart: Klett 1990
- POPP, H.: Neue Tourismusformen im ländlichen Raum am Beispiel der Maghrebländer. In: EGNER, H. (Ed.): Tourismus – Lösung oder Fluch? Die Frage nach der nachhaltigen Entwicklung peripherer Regionen. S. 55–74. Mainz: Geographisches Institut der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz 2003
- POPP, H.: Nachhaltiger Gebirgs- und Wüstentourismus in Südmarokko? *Erdkunde* 58/2, 118–136 (2004)
- RACHIK, H.: Comment rester nomade. Casablanca: Afrique Orient 2000
- RACHIK, H.: Nomads. But how? In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 211–225. Wiesbaden: Reichert 2007
- TAG, B.: Social transformation and sedentarization in the Eastern Moroccan steppes. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 85–92 Wiesbaden: Reichert 2007
- TURNER, B.: Die Persistenz traditioneller Konfliktregelungsverfahren im Souss, Marokko. In: FIKENTSCHER, W. (Ed.): Begegnung und Konflikt, eine kulturanthropologische Bestandsaufnahme. S. 187–202. München: C. H. Beck 2001
- TURNER, B.: Social lines of conflict between pastoralism and agriculture in the Souss. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Eds.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 193–210. Wiesbaden: Reichert 2007

- WERLEN, B.: Sozialgeographie alltäglicher Regionalisierungen. Bd. 1: Zur Ontologie von Gesellschaft und Raum, 2. Auflage. Stuttgart: Franz Steiner 1999
- WERLEN, B.: Alltägliche Regionalisierungen unter räumlich-zeitlich entankerten Lebensbedingungen. Informationen zur Raumentwicklung 9/10, 611–622 (2000)
- WERNER, J.: Pastoral livelihood strategies in the Draa and the Souss. In: GERTEL, J., and BREUER, I. (Hrsg.): Pastoral Morocco. Globalizing Scapes of Mobility and Insecurity; pp. 181–192. Wiesbaden: Reichert 2007

Prof. Dr. Jörg GERTEL
Dr. Ingo BREUER
Orientalisches Institut
Universität Leipzig
Schillerstraße 6
04109 Leipzig
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 341 9737200
Fax: +49 341 9737219
E-Mail: gertel@rz.uni-leipzig.de
E-Mail: breuer@rz.uni-leipzig.de

Wüstentourismus in den Maghrebländern

Herbert POPP (Bayreuth)

Mit 11 Abbildungen

Zusammenfassung

In den vergangenen drei Jahrzehnten wurden die Wüsten Nordafrikas, und zwar vor allem die gut erreichbaren Sandwüsten in Marokko und Tunesien, zu einer beliebten Destination eines neuen Touristentyps: des Wüstentourismus. Mythische Vorstellungen der Europäer von der Wüste machen diese Zielgebiete attraktiv. Der bereits besonders früh vom Wüstentourismus besuchte Sanddünenkomplex des Erg Chebbi in Südmarokko dient als Beispiel für die Entwicklung dieses Tourismussegmentes. War dieser Tourismus anfänglich so, dass er die Kriterien eines nachhaltigen Tourismus erfüllte, wandelte er sich seither zu einer Tourismusform, die zum Massentourismus wurde und nun auch Umweltschäden hervorruft. Zwei Ereignisse spielen bei dem Wandlungsprozess eine große Rolle: der Bau einer Asphaltstraße bis zum Erg im Jahr 2002 (der eine Vervielfachung der Zahl der Wüstentouristen am Erg Chebbi bewirkte) und eine katastrophale Überschwemmung im Jahr 2006 (die einen Gutteil der touristischen Infrastruktur zerstörte). Die Schäden führten nicht zu einem Umdenken im touristischen Angebot; der Erg Chebbi ist nach dem Wiederaufbau heute mehr als zuvor ein Ziel des Massentourismus und hat mit „Nachhaltigkeit“ nichts mehr gemein.

Summary

In the last three decades the deserts in Northern Africa, and above all the sand deserts with a good accessibility in Morocco and Tunisia, became a popular destination of a new type of tourism: desert tourism. The Europeans' mythical perceptions of deserts make these destinations very attractive. The sand dune complex of Erg Chebbi in Southern Morocco, which has been visited by desert tourism since the beginnings, is presented as an example for the development of this tourist segment. In the beginning this tourism completely fulfilled the criteria of sustainable tourism, but meanwhile it has changed into a form of tourism which must be called mass tourism and which causes environmental damages. Two events are decisive in this development process: the construction of an asphalt road in 2002 which leads directly to the Erg (and which has caused a dramatic rise in the number of tourists) and a catastrophic flood in 2006 (which destroyed the tourist infrastructure to a high degree). The damages did not lead to a rethinking of the tourist offer. After the reconstruction Erg Chebbi has – even more than before – become a destination that can no longer be called sustainable.

Wüsten sind eigentlich Räume, die für jede menschliche Nutzung von geringem Interesse sind. Sie sind kaum nutzbar, ausgesprochen lebensfeindlich und damit auch weitgehend menschenleer. Damit könnte man erwarten, dass sie für Menschen ganz allgemein, und speziell auch für Touristen, uninteressant sind. Das Gegenteil ist indes der Fall: Gerade in den beiden letzten Jahrzehnten gibt es eine große Nachfrage, ja geradezu einen Boom im Wüstentourismus entlang des Nordrandes der Sahara in den Ländern des Maghreb: Marokko, Algerien, Tunesien und Libyen.¹

¹ Vgl. POPP 2001, 2003, 2004, BISSON 2003, auch VORLAUFER 1994, zu Libyen siehe auch KOHL 2001.

Diese aktuelle Situation überrascht deshalb, weil es diese Wüsten schon immer gab, das Interesse an ihnen und die Nachfrage nach ihnen im internationalen Tourismus aber demgegenüber noch recht jung ist. Woran liegt das?

Es gibt einen ersten Grund, der schon seit über einem Jahrhundert in unseren Hirnen verankert ist und überhaupt dazu führt, dass wir Wüsten als touristische Zielgebiete attraktiv finden. Zwei weitere Gründe kommen erst in den vergangenen drei Jahrzehnten neu hinzu und lassen sozusagen den stets latent vorhandenen „Traum von der Wüste“ bei vielen Wirklichkeit werden. Ich rede von den drei Aspekten:

- Mythos Wüste bei den Europäern;
- Vernetzung über preiswerte Billigflüge bis in entlegene Regionen;
- neue Reisetile und Sinngebungen des Reisens in der postmodernen Gesellschaft.

1. Mythos Wüste

Wenn ein europäischer Tourist „die Wüste“ besuchen will, hat er sehr konkrete und einseitige Vorstellungen, wie dieser Naturraum in extremer Trockenheit auszusehen hat: Es muss auf jeden Fall Sandwüste sein. Oasen mit Dattelpalmen als photogene Beigabe sind ebenfalls erwünscht. Eine Begegnung mit dieser Art von Wüste in Form eines Sonnenauf- bzw. -untergangs verschafft dem Besucher ein tiefes Gefühl der Befriedigung (Abb. 1). Wenn man auch noch mit Nomaden in Kontakt kommt, dann ist das Glück perfekt.

In der Wahrnehmung des Touristen ist die soeben skizzenhaft geschilderte und klischeehafte Erscheinungsform von Wüste absolut authentisch; er genießt die Vorstellung, nunmehr „typische Wüste“ kennenzulernen. Tatsächlich aber sucht er einen sich jeglicher Rationalität entziehenden Mythos (den er übrigens auch tatsächlich findet), und der ganz wesentlich durch die Reiseberichte der Forschungsreisenden des 19. Jahrhunderts entstanden ist (vgl. POPP 1997).



Abb. 1 Bei den Touristen als emotionale Erwartung besonders stark ausgeprägt: das Erlebnis eines Sonnenaufgangs in der Wüste (über dem Erg Chebbi)

Das positive, ja fast schon schwärmerische Wüstenbild (einschließlich der dazugehörigen Oasen) entspricht keineswegs der Realität. Es sind letztlich Kunstwelten, es sind imaginierte Räume, die der Tourist sucht – er reist in der Erwartung, sein Urteil (oder vielleicht besser: sein Vorurteil) über die Wüste durch eine Reise voll bestätigt zu finden.

Das skizzierte Wüstenbild spukt in unser aller Köpfen. Eigentlich wollten wir schon immer einmal diese Räume grenzenloser Freiheit und Weite, exotischer Lebensformen und Schönheit der fast vegetationslosen Natur kennenlernen. Es war bis vor wenigen Jahrzehnten nur nicht möglich – jetzt ist es möglich, also können wir den latent schon immer vorhandenen Wunsch auch Realität werden lassen.

2. Erreichbarkeit auch peripherer Zielgebiete

Gänzlich neue Bedingungen in der Transportorganisation haben es möglich gemacht, die Nachfrage nach dem „Erlebnis Wüste“ heute tatsächlich zu erfüllen. Durch den dynamisch sich entwickelnden Flugverkehr, durch die *Open Sky Policy* und die zunehmende Bedeutung von Billiglinien wie Ryan Air oder Air Berlin werden heute selbst ungewöhnliche Zielgebiete preiswert erreichbar, also auch Wüsten. Direktflüge nach Ouarzazate, Er-Rachidia, Tamanrasset, Tozeur oder Djerba sind heute (zumindest ab Paris) nichts Ungewöhnliches mehr. Sowohl in zeitlicher Hinsicht (in 3–4 Stunden ist man da) als auch finanzieller Hinsicht (mit Billigangeboten, die oft deutlich unter € 300 liegen) können wir uns inzwischen „Wüste leisten“. Zudem ist auch die touristische Infrastruktur in den Zielgebieten so, dass sie für Europäer akzeptabel ist.

3. Lebensstile in der postmodernen Gesellschaft

Der wohl entscheidendste Faktor für die hohe Wüstennachfrage liegt indes in der Entwicklung und in den Vorlieben unserer eigenen Gesellschaft. Der seit den 1950er Jahren übliche Erholungsurlaub, insbesondere der Bade- und Strandurlaub in Form einer Pauschalreise, ist mittlerweile nicht mehr zeitgemäß. Das in der Gegenwart üblich gewordene Reiseverhalten ist geprägt durch solche Trends wie Individualisierung und Ausdifferenzierung von unterschiedlichen Lebensstilen, die auch zu einer ausgesprochen facettenreichen Anzahl von Urlaubsformen führen. Jeder erhält (so glaubt er zumindest) ein individuelles Produkt; Reisen soll kein Massenphänomen mehr sein (vgl. Abb. 2).

Der klassische Erholungsurlaub erhält so Konkurrenz durch neue Tourismusformen, in denen der Urlauber nicht mehr nur als passiver Konsument standardisierter Urlaubsangebote auftritt. Mit dem Reisen strebt man heute offenbar nur noch teilweise Erholung an; es wird vielmehr zum Ausdruck des persönlichen Lebensstils. Dabei gehen die neuen Tourismusformen – und hierbei in besonders hohem Maße der Wüstentourismus – einher mit dem Aufkommen eines kritischen Bewusstseins gegenüber den herkömmlichen Urlaubsformen: Das klassische Urlaubsverhalten wird von den Reisenden kritisch hinterfragt und nicht mehr praktiziert.

Die neuen Tourismusspielarten sind dadurch charakterisiert, dass sie nicht mehr in extrem hohen Beteiligungsraten auftreten, dass sie oft in touristischen Periphereräumen stattfinden und die Aktivität des Urlaubers wichtiger wird als das passive Konsumieren. Im Gegensatz zum traditionellen Wandern wird beim Wüstentourismus das Reisen zu Fuß und die Begegnung



Abb. 2 Mit den Wüstenreisen wird nicht nur ein Produkt verkauft, sondern auch eine Lebensphilosophie für unterschiedliche Zielgruppen (Werbeprospekt TRH Reisen, 2008)

mit der Landschaft mit neuen Bedeutungsinhalten aufgeladen; es wird zum Ausdruck einer aktiven, erlebnisorientierten, dabei aber umwelt- und sozialbewussten, aufgeschlossenen Lebenseinstellung. Die bewusste Ablehnung des Massentourismus und der hohe Stellenwert der Natur- und Sozialverträglichkeit des Reisens machen den Wüstentourismus (insbesondere das Wüsten-Trekking) gewissermaßen zur postmodernen Variante des klassischen Wanderns. Mit der veränderten Sinngebung ändert sich auch die Nachfrage nach den Destinationen des Wanderreisens. Die touristischen Kulissen, in denen die Bedürfnisse nach Authentizität, Abenteuer und dem Erleben des Fremden befriedigt werden, finden sich nicht mehr in den romantischen Landschaften deutscher Mittelgebirge, sondern verstärkt in extremen Naturräumen wie den Wüstengebieten der Sahara (vgl. LESSMEISTER und SCHERLE 2008).

4. Zielgebiete des Wüstentourismus im Maghreb

Da die touristischen Standorte für das „Produkt Wüste“ so einseitig auf Sandwüsten ausgerichtet sind, sind natürlich jene Regionen potentiell besonders attraktiv, die großflächige Sandkörper umfassen. Sie liegen vor allem in Libyen (Edeyin von Ubari, Edeyin von Murzuk, Erg von Kalanscho, Erg Rebiane, Erg Dscharabub), Algerien (Erg Iguidi, Erg Chech, Westlicher und Östlicher Großer Erg, Erg Isouan) und Mauretanien (Erg Ouarane). Sie sind für den Tourismus aber nur mühsam zu erreichen, und die Staaten, in denen sie liegen, gelten zudem als politisch nicht völlig sicher. Damit fallen gerade diejenigen Sandwüstengebiete, die besonders attraktiv wären, für den Wüstentourismus weitgehend aus. Umso stärker konzentriert er sich auf die wenigen Sandkomplexe in den beiden sicheren und touristisch gut erreichbaren Ländern Tunesien und Marokko (vgl. Abb. 3)²: Ksar Ghilane und Douz in

2 Die Zahl der Wüstenreisen deutscher Reiseveranstalter in Abb. 3 wurde für das Kalenderjahr 2000 erhoben. Abweichend von der im Text getroffenen Aussage steht darin Libyen als Zielland an erster Stelle. Damals hat sich das Land nach dem Ende des Lockerbie-Embargos wegen der libyschen Beteiligung an diesem Flugzeugattentat ganz neu für den Tourismus geöffnet. Entsprechend gab es ungewöhnlich viele Touristen, die die ihnen unbekannt Destination Libyen besuchten. Mittlerweile hat sich die Zahl der Wüstentouristen nach Libyen deutlich verringert, so dass die Aussage des Textes doch bestätigt werden kann.

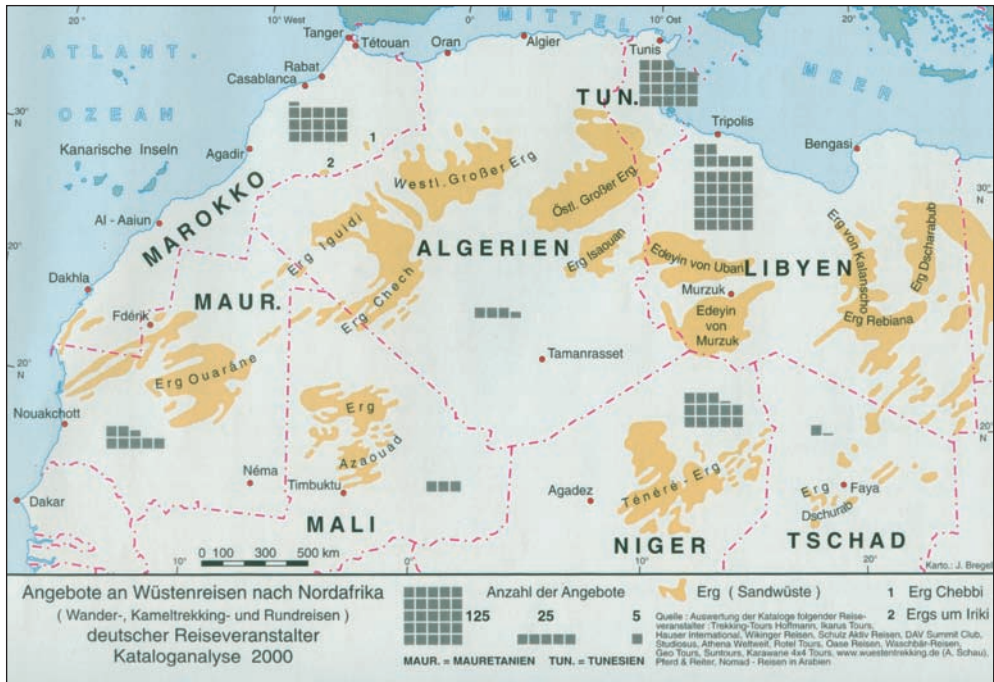


Abb. 3 Zielgebiete in Nordafrika der Teilnehmer an Wüstenreisen deutscher Reiseveranstalter im Jahr 2000 und räumliche Verteilung der größten Sanddünenkomplexe (POPP 2000, S. 57)

Tunesien, Erg Chebbi und Mhamid in Marokko. Eines der beiden Zentren des Wüstentourismus, nämlich das Tafilalet mit dem Erg Chebbi in Südmarokko,³ soll mir nachfolgend als Beispielgebiet dienen.

5. Wüstentourismus = nachhaltiger Tourismus?

Wüstentourismus hat, wie bereits ausgeführt, periphere, marginale Räume zum Ziel. Somit können im positivsten Fall Peripherregionen wirtschaftlich vom Tourismus profitieren und aufgewertet werden. Wenn die wirtschaftlichen Akteure vor Ort aus der bereisten Region stammen, verstärkt sich dieser Effekt nochmals.⁴ In der Tat ist der Anteil an Akteuren aus der Region, die als Serviceleistende auftreten, am Erg Chebbi ungewöhnlich hoch. Internationale Kapitalinvestoren sind die Ausnahme, weil für den Wüstentourismus keine kapitalaufwendigen Investitionen in eine leistungsfähige Infrastruktur erforderlich sind. Man muss somit nicht über bedeutende Kapitalsummen verfügen, um überhaupt am Tourismusgeschäft beteiligt sein zu können. Ja, der Wüstentourismus ist geradezu darauf angewiesen, dass lokale Dienstleistungsangebote bereitgestellt werden: vom Fahrer des Allrad-Jeeps über den Kamelbegleiter

3 Vgl. CAUVIN VERNER 2007.

4 Vgl. LESSMEISTER und POPP 2004.

und den Reiseführer bis hin zu Köchen, Souvenirverkäufern u. ä. Hinzu kommen die offerierten touristischen Verkaufsartikel, touristischen Boutiquen, Cafés, Herbergen und Taxis.

BIERNERT (1998) konnte für den Erg Chebbi in überzeugender Weise aufzeigen, dass der Wüstentourismus entlang dieser Düne weitgehend dem Postulat der Nachhaltigkeit entspricht: beachtliche wirtschaftliche Einnahmen der indigenen Bevölkerung und ein positiver Effekt für die Beschäftigung dieser Menschen, lediglich geringe sozio-kulturelle Unvereinbarkeiten und nur minimale ökologische Konflikte und Schädfolgen. Endlich einmal ein Beispiel für „nachhaltigen Tourismus“!

5.1 Neue Rahmenbedingungen und ihre Auswirkungen auf den Wüstentourismus

Zwei einschneidende Ereignisse beeinflussten in den vergangenen sechs Jahren das touristische Produkt „Wüstentourismus“ am Erg Chebbi in entscheidender Weise:

- die Fertigstellung einer Asphaltstraße bis unmittelbar an die Sanddünen im Jahr 2002 (wodurch jetzt „die Wüste“ mit Pkw und mit Reisebussen problemlos erreichbar wird) und
- ein natürliches Extremereignis, eine Überschwemmungsflutwelle, die im Mai 2006 einen erheblichen Teil der touristischen Infrastruktur zerstörte.

Wie hat sich vor dem Hintergrund dieser rezenten Ereignisse der Wüstentourismus am Erg Chebbi entwickelt, und wie ist er heute unter dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit zu sehen? Nachdem diese Frage in der Vergangenheit bereits gestellt wurde und dem Erg Chebbi diese Eigenschaft mehrfach lobend attestiert wurde, stellt sich die Frage nach diesen beiden Ereignissen erneut.

Die an der 40 × 5 km großen Sanddüne (*Erg*) gelegenen, bescheidenen Herbergen für Übernachtung und Restauration (die *Gîtes d'étape*; vgl. Abb. 4), die bis 2002 nur mit Geländefahrzeugen erreichbar waren, nahmen seit 1980 kontinuierlich zu. Sie erreichten 1997 die Zahl 34 und 2002 die Zahl 55 (Abb. 5). Ich selbst habe in einem Beitrag in der Zeitschrift *Erdkunde* 2004 voller Überzeugung resümiert: „Wir können [...] bilanzieren, dass der [...] Wüstentourismus in Südmarokko wirtschaftlich erfolgreich sowie sozial- und umweltverträglich ist.“⁵

5.2 Ein neuer Einflussfaktor: die staatliche Asphaltstraße

Seither sind nicht nur mehrere Jahre verflossen, sondern es ist auch, wie angedeutet, ein für den Wüstentourismus sehr einschneidendes Ereignis zu vermelden. Nach langer Diskussion pro und kontra wurde durch den Staat 2002 die bisherige Pistenverbindung durch eine Asphaltstraße von Rissani nach Merzouga und 2005 weiter in südliche Richtung bis nach Taouz ersetzt. Damit ist es heute nicht mehr notwendig, mit einem Geländefahrzeug oder einem gemieteten Landrover über die weite *Hammada*-Fläche zwischen Erfoud bzw. Rissani und dem Erg Chebbi zu den Dünen zu fahren. Die neue Asphaltstraße ermöglicht Bussen, Wohnmobilen, Motorrädern und Privatautos einen leichten und komfortablen Zugang zu den Sanddünen; ganze Busladungen gelangen ohne nennenswerten Aufwand direkt bis zum *Erg*. Damit hat sich seither auch die Zahl der Pauschal- wie auch der Individualtouristen entscheidend erhöht. Die Fertigstellung der Asphaltstraße ist es, die für den regelrechten Tourismusboom

5 Popp 2004, S. 134.



Abb. 4 Eine der einfachen Herbergen am Erg Chebbi, wie sie bis 2002 nur mit Landrovern mühsam zu erreichen waren (Aufnahme: 1986).

der letzten Jahre verantwortlich ist. Doch nimmt die Nachfrage nach der Wüste am Erg Chebbi seither nicht nur quantitativ zu, sie führt auch zu einer deutlichen qualitativen Veränderung der Besucherstruktur und des touristischen Angebots:

- Die Zahl der Herbergen (*auberges*) wuchs von 1980 bis 1997 auf 34 an, von 1997 bis Januar 2003 auf 55. Seither, d. h. von Januar 2003 bis Mai 2006, also in nur 3 ½ Jahren, hat sich ihre Zahl um weitere 16 auf nunmehr 71 erhöht (vgl. Abb. 6).
- Die neu errichteten Herbergen konzentrieren sich räumlich fast alle im Zentral- und Südteil des Dünenkörpers, also genau dort, wo die Asphaltstraße hinführt. Somit lässt sich eine Verlagerung der Konzentration der Herbergen von Norden nach Süden feststellen.
- Die neu hinzugekommenen Herbergen, also jene, die in den letzten 5–10 Jahren entstanden sind, sind zumeist wesentlich komfortabler in ihrer Einrichtung (Klimaanlagen, *Hammam*, Suiten, Salons; vgl. Abb. 7) als die älteren Herbergen. Sie benötigen auch wesentlich mehr Wasser (Swimmingpools, Duschen, Warmwasser, Gärten), und – das ist ein völlig neuer Trend – sie gehören nun in mehreren Fällen ausländischen Investoren oder werden als Joint Venture betrieben.
- In einigen der Herbergen wird nun auch ein spezialisiertes Angebot von Speisen, ja sogar eine internationale Küche angeboten. Und es werden vielfach auch alkoholische Getränke offeriert.
- Zusätzlich zu dem Kernerlebnis der Sanddünen werden inzwischen verstärkt auch komplementäre, inszenierte Angebote geschaffen wie Meditationen in der Wüste, Berber-Feste (BARTHA 2003, 2006), Arabisch- und Kletterkurse, Sandskifahren sowie Dünenfahrten mit Quads.

Die ungeplante und zunehmend auch unkontrollierte touristische Entwicklung geht inzwischen mit erheblichen negativen Auswirkungen auf die Umwelt einher. Abfälle und Müll-

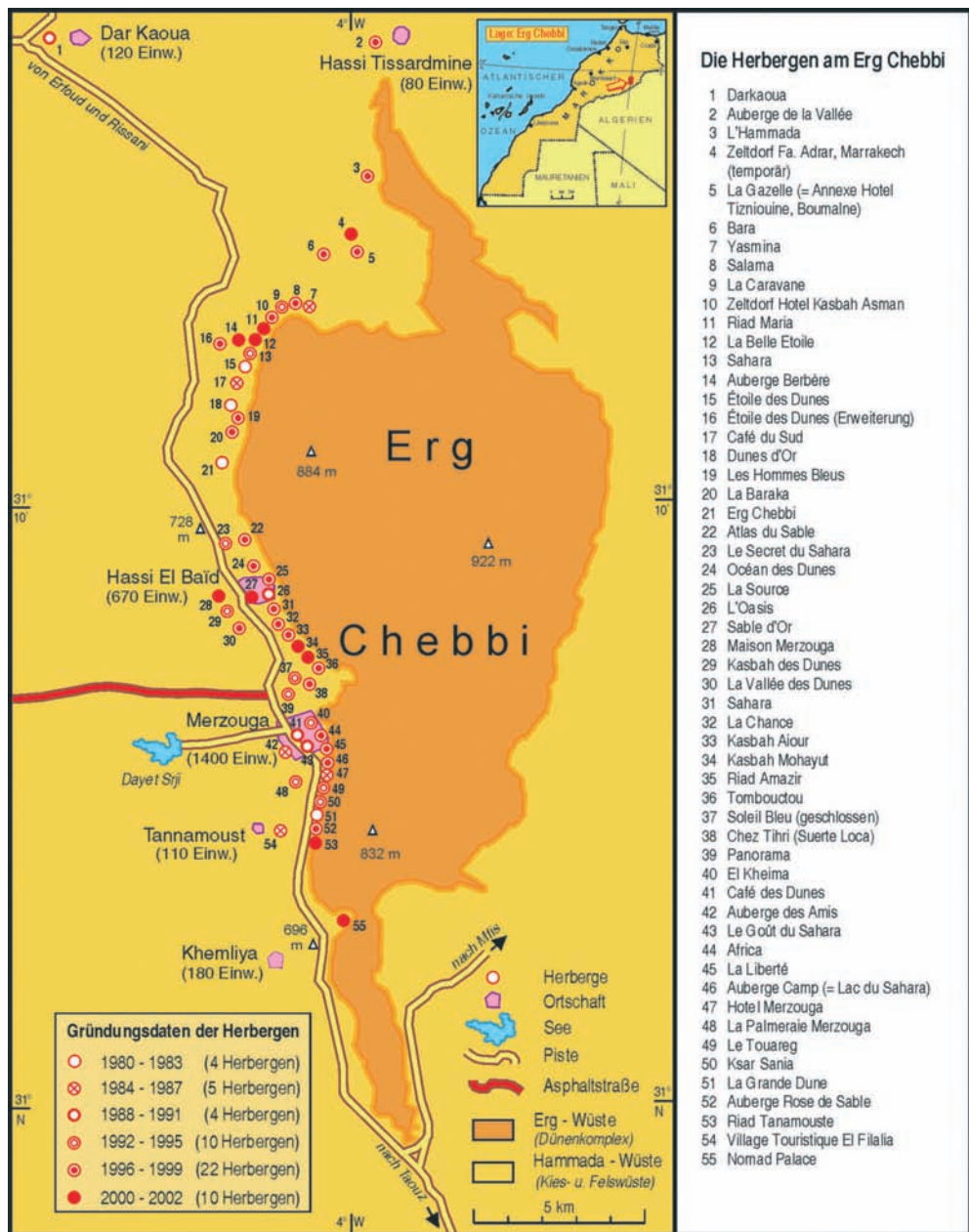


Abb. 5 Herbergen am Erg Chebbi. Räumliche Verteilung 2002 und Phasen ihrer Entstehung (Entwurf: H. Popp, Kartographie: J. BREGEL)

kippen am Rande der Sanddünen nehmen zu (Abb. 8A), der Grundwasserspiegel der lokalen Brunnen sank um mehrere Meter ab, die Schönheit der Sanddünen und die Stille der „Wüste“ werden durch lärmende Quad- und Geländewagenfahrten gestört (Abb. 8B). Und diese neue

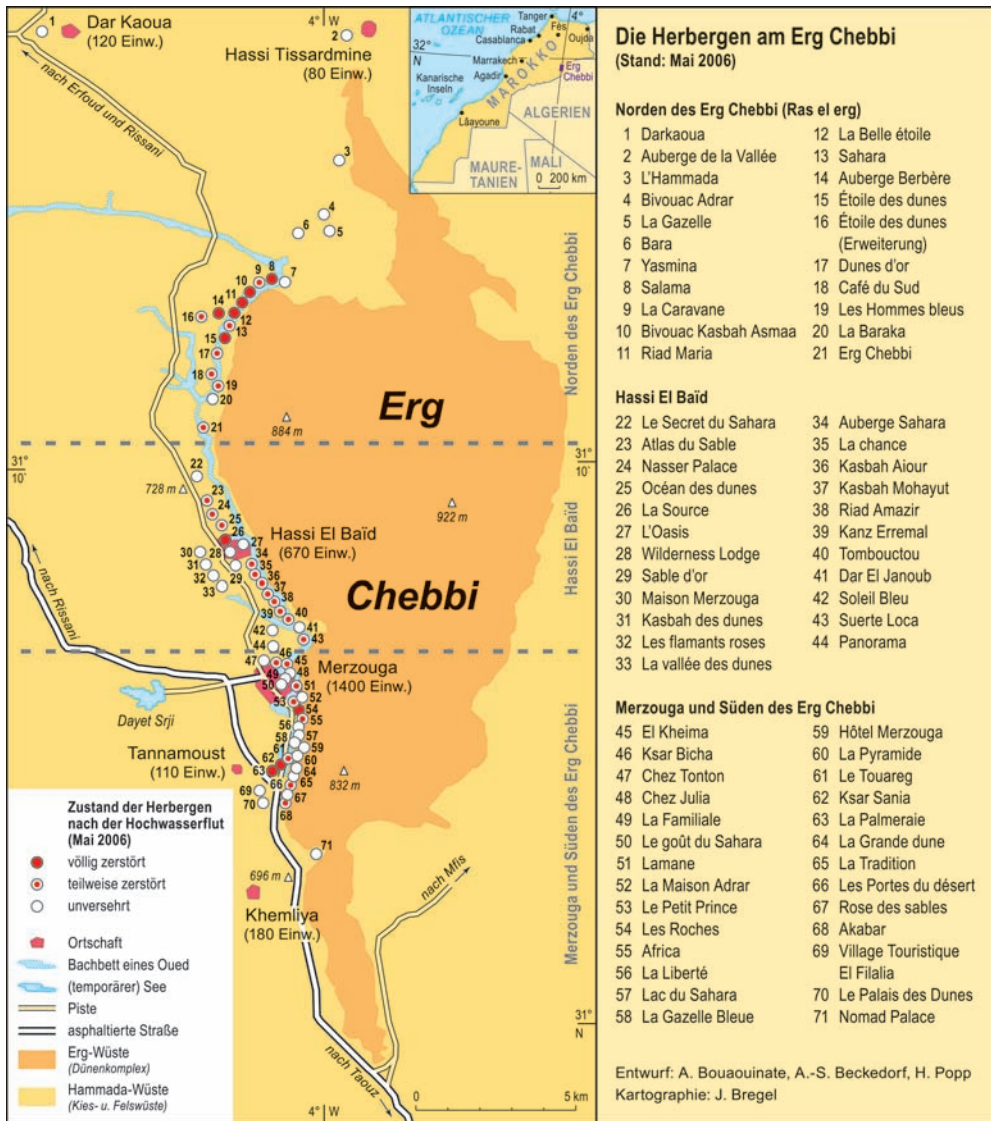


Abb. 6 Herbergen am Erg Chebbi. Räumliche Verteilung 2006 sowie Verlauf des Hochwasserabflusses und Ausmaß der Zerstörung der Herbergen

Wahrnehmung, wonach die Verweilqualitäten am Erg Chebbi durch eine Entwicklung hin zu einem „lärmenden Jahrmarkt“ beeinträchtigt sind, äußern auch bereits viele Besucher in Befragungen.⁶ Sie versichern auch, nie wieder diesen „Wüstenrummel“ erleben zu wollen.

Die Einwohnerzahl von Merzouga, dem Hauptort am Erg Chebbi, nahm im Zeitraum 1998–2006 von 1400 auf 5000 Einwohner zu; der Ort hat sich somit in weniger als zehn

6 BECKEDORF 2006, vgl. auch BOUAOUINATE et al. 2008, S. 89.

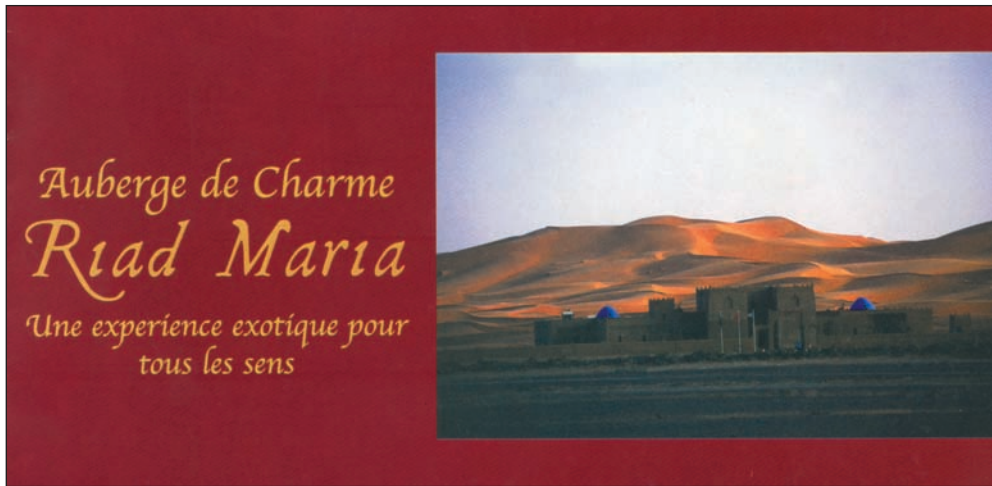


Abb. 7 Zu den besonders luxuriösen Neugründungen von Herbergen gehört *Riad Maria*, das im Besitz einer Italienerin ist (Ausschnitt aus dem Werbeprospekt)

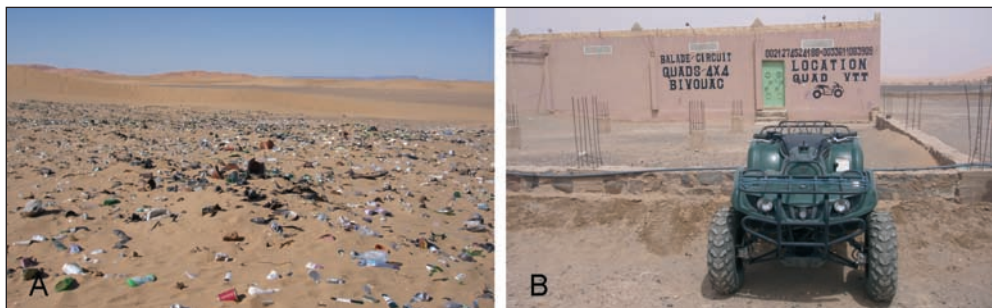


Abb. 8 (A) Wilde Mülldeponie am Rand des Erg Chebbi. (B) Quadverleih für Touristen bei Merzouga

Jahren mehr als verdreifacht! Dazu trug im Übrigen auch bei, dass die Gemeinde keinerlei Bauverbote aussprach. Die Verantwortlichen in der Gemeinde von Taouz, zu welcher der Erg Chebbi verwaltungsmäßig gehört, haben ohne Zögern und wahllos Grundstücke an Investoren vergeben. Insbesondere die Akteure des wirtschaftlichen Aufschwungs im Tourismus konnten ihre Projekte ungebremst an den Stellen ansiedeln, an denen sie wollten.

Mittlerweile sind in übereinstimmender Einschätzung der Herbergsbetreiber wie der Touristen die Umweltverschmutzung und der Lärm zu Erscheinungen geworden, die die Verweilqualität am Erg Chebbi deutlich verringert haben. Viele Herbergen versuchen, die lärmintensiven Dünenfahrten mit Quads oder Geländewagen zu unterbinden, mit wenig Erfolg. Diejenigen, die davon profitieren, loben das Angebot als eine besonders große touristische Attraktion. Zwar ist offiziell das Befahren der Dünen mit Fahrzeugen seit 2005 amtlich verboten; das Verbot wird indes überhaupt nicht eingehalten.

Die sich bereits in den 1990er Jahren abzeichnende Wasserknappheit – finden wir doch um den Erg nur flach lagernde und wenig ergiebige Grundwasserkörper bei einer gleichzeitig

stark steigenden Nachfrage nach Wasser – hätte schon längst zu einem Versorgungskollaps geführt, hätte der Staat nicht zwischen 2004 und 2006 fast alle Herbergen am Erg an das nationale Wasserleitungsnetz des *Office National de l'Eau Potable* (ONEP) angeschlossen. In den Jahren zuvor, das wurde bereits kurz erwähnt, war der Grundwasserspiegel deutlich abgesunken, und zwar um 4–7 m.

Mit dem staatlichen Wasserleitungsnetz werden zwar einesteils die lokalen Engpässe beseitigt, andererseits gibt es nun aber für die Betreiber der Herbergen keinen Anlass mehr, wassersparend zu handeln. Damit stellt die Schaffung der überlokalen Wasserleitung wohl mehr eine räumliche Verlagerung (und Verharmlosung sowie Kaschierung) als eine Lösung des Problems der Wasserknappheit dar. Denn einige Herbergen setzen in ihrem Angebot nun komplett auf das zusätzliche Wasser aus der Wasserleitung (auch wenn dieses gebührenpflichtig ist). Sie äußern auch die Auffassung, dass diese Verfügbarkeit notwendig geworden sei, weil der Tourismus viel Wasser benötige. Endlich sei Wasser nicht mehr knapp, sondern unbeschränkt verfügbar. Zusätzlich zu den 2006 bereits vorhandenen Swimmingpools äußern deshalb acht weitere Herbergen den Plan, einen Pool errichten zu wollen. Andere benutzen auch weiterhin zusätzlich ihre Brunnen und verwenden das Wasser von ONEP nur als Reserve oder für die Essenzubereitung, da es chemisch einwandfrei ist. Für Duschen, Toiletten und die Bewässerung der Gärten verwendet man weiter das Grundwasser (BECKEDORF 2006).

In einer Zwischenbilanz lässt sich konstatieren, dass sich der Wüstentourismus am Erg Chebbi nach dem Bau der Asphaltstraße in nur wenigen Jahren grundlegend verändert, nämlich zahlenmäßig vervielfacht hat. Es gelang weder der im Jahr 2005 gegründeten lokalen „Touristischen Vereinigung der Herbergen von Merzouga/Taouz“ noch dem marokkanischen Tourismusministerium, den dadurch zunehmend unkontrolliert und überbordend ablaufenden Tourismusboom zu ordnen.

5.3 Eine singuläre, aber folgenreiche Flutkatastrophe

Ein zweites, gänzlich anderes Ereignis erreichte die vollaride Region des Tafilalet mit mittleren Jahresniederschlägen von nur 50 mm in der Nacht vom 26. auf den 27. Mai 2006. Während des „Festivals der Wüstenmusik“ ergossen sich sturzbachartige Regenfälle über einen großen Teil der Provinz Er-Rachidia. Die beiden seit über 20 Jahren trockenen Flüsse Oued Ghri und Oued Ziz, die aus dem Hohen Atlas kommen, wurden auf einen Schlag zu reißenden Flüssen. Das herabstürzende Hochwasser überflutete auch Gebiete am Erg Chebbi der völlig überraschten Bewohner von Ras El Erg, Hassi El Baid und Merzouga. Drei Tote in Merzouga, zwei verletzte Touristen aus Spanien und Italien sowie hohe materielle Schäden sind die traurige Bilanz, die glücklicherweise nicht noch weitere Personenschäden zur Folge hatte.

Nach über zwei Jahrzehnten andauernder Trockenheit war die Erinnerung an episodisch auftretende Flutwellen bei den Tourismusakteuren offenbar verblasst – zu Unrecht, wie sich zeigt. Dass entlang des Erg Chebbi eine Tiefenlinie verläuft, die die Funktion einer Abflussrinne hat, wurde offenbar mental verdrängt; niemand nahm bei den baulichen Planungen in den letzten zehn Jahren auf dieses Detail Rücksicht. Den Überschwemmungsschaden verstärkt haben im übrigen Sandstürme, die während der Trockenperiode Feinmaterial auf das Flussbett geweht hatten, so dass das nach den Regenfällen auftretende Hochwasser nun auf höherem Niveau floss und dadurch noch größere Gebiete überflutete. Da der Boden völlig ausgetrocknet war, konnte das Wasser kaum in ihn eindringen und brachte mit voller Wucht zahlreiche Herbergen aus Lehmmauern zum Einsturz (vgl. Abb. 9A).

Die ersten Reaktionen der Einheimischen und der ausländischen Herbergsbesitzer nach den Überflutungen fielen sehr unterschiedlich aus. Ein Teil der lokalen Bevölkerung glaubte an eine Strafe Allahs, der sie dafür büßen ließ, dass sie nicht mit dem Islam in Einklang stehende touristische Verhaltensweisen wie Alkoholkonsum und freizügige Kleidung duldeten. Ein weiterer Teil der Einheimischen warf dem Staat vor, keinen funktionstüchtigen Staudamm gebaut zu haben, der das Wasser aufgefangen und eine solche Überschwemmungskatastrophe vermieden hätte. Die ausländischen Investoren dagegen machten die Kommune für die Katastrophe verantwortlich, hatte diese doch mehrere Grundstücke in Überflutungsgebieten – sogar mitten im Bett des Oued El Baïda – vergeben; und sie wollten Rechtsverfahren einleiten.

Tatsächlich hatte der ungeplant ablaufende Bau- und Tourismusboom der letzten Jahre dazu geführt, dass immer mehr Investoren am Fuß der Dünen – dem als am attraktivsten wahrgenommenen Standort – Unterkünfte errichteten. In sich verschärfender Konkurrenz wollte jeder Investor seinen Touristen den malerischen Blick auf das goldfarbene Sandmeer der „Sahara“ bieten. Dies führte zu einer intensiven Bautätigkeit auch in überflutungsgefährdeten Gebieten – so z. B. im Bachbett des Oued El Baïda, das sich am Westrand der Dünen erstreckt. Die eingetretenen Schäden wurden noch dadurch erhöht, dass als Baumaterial, entsprechend der lokalen Architektur und angepasst an die hohen Temperaturen, wenig widerstandsfähige Materialien (Lehm, Ton) verwendet wurden (Abb. 9B).

Insgesamt wurden 25 Herbergen teilweise und etwa 10 Herbergen komplett zerstört. Damit wurde durch die Überflutungen etwa die Hälfte aller touristischen Unterkünfte in Mitleidenschaft gezogen (vgl. Abb. 6).

Die meisten der zerstörten Herbergen befinden sich in Ras El Erg im Norden des Erg Chebbi, wo sie mitten in das Bett des Wadis gebaut worden waren. Wie entscheidend eine nur wenige Meter höhere Lage wurde, zeigen diejenige Herbergen, die unversehrt blieben (Abb. 10). Einige betroffene Herbergen wurden Opfer des geborstenen steinernen Staudamms bei Hassi El Baïd. Die Einheimischen hatten ihn in den letzten Jahren erbaut, um das kostbare Regenwasser zurückzuhalten. Unter dem enormen Druck des Hochwassers brachen die Mauern des Staudamms. Das herausströmende Wasser brachte Teile der in der Nähe liegenden Herbergen zum Einsturz.



Abb. 9 (A) Eine der besonders stark zerstörten Herbergen ist *Riad Maria*, die in ihrem Zustand vor der Zerstörung auf Abb. 7 zu sehen ist. (B) Das Baumaterial der ungebrannten Lehmziegel bildete für die Hochwasserflut eine besonders zerstörerische Angriffsfläche: Beispiel der Herberge *La Belle Étoile*



Abb. 10 Herberge *Yasmina*, im Nordteil des Erg (Ras el Erg) gelegen. Infolge ihrer etwas höheren Lage blieb sie vom Hochwasser völlig verschont.

Die Eigentümer der Herbergen haben im Sommer 2006 durch die Flutkatastrophe hohe wirtschaftliche Verluste erlitten. Zum einen mussten sie – wenn sie dazu überhaupt in der Lage waren – die Kosten für Reparatur und Wiederaufbau selbst tragen. Zum anderen blieben in diesem Jahr die Binnentouristen aus, die im Sommer normalerweise zu medizinischen Sandkuren in die Region des Erg Chebbi kommen und die während der heißen Sommermonate die geringe Anzahl internationaler Touristen ausgleichen.

Die Region des Erg Chebbi hat sich mittlerweile erstaunlich rasch von der Naturkatastrophe erholt. Die einstigen Eigentümer der Herbergen haben den Wiederaufbau schnell in Angriff genommen. Schon ein Jahr später (2007) waren wieder 71 Herbergen voll in Funktion – wie vor der Überschwemmung –, davon 56 in marokkanischem Besitz, 13 in marokkanisch-europäischem (meist spanischem) Gemeinschaftsbesitz und 2 Herbergen im Besitz von Europäern (BOUAOUINATE 2009). Diesmal entfernen sie sich freiwillig vom Boden des Flussbetts, aber nur sehr widerwillig von den Sanddünen.

6. Wie entwickelt sich der Wüstentourismus weiter?

Zum Zeitpunkt seiner bisher größten Boomphase wurde der Wüstentourismus am Erg Chebbi durch die Flutkatastrophe von 2006 abrupt gestoppt. Die Überflutungen haben in der völlig vom Tourismus abhängigen Region um Merzouga erhebliche Sachschäden angerichtet und einen florierenden Markt unterbrochen. Doch ist dies nur ein kurzfristiger Aspekt; der Wiederaufbau ist schon wieder abgeschlossen. Nur eine (Luxus-) Herberge wurde nicht wieder aufgebaut: *Riad Maria*.

War diese Katastrophe ein „Warnschuss“, um die aus dem Ruder laufende Tourismusentwicklung nunmehr koordinierter und kontrollierter als zuvor fortzusetzen? Wurde die Katastrophe als eine Chance verstanden, um die Standorte der touristischen Einrichtungen und Tourismusprojekte künftig planerisch vernünftig auszuwählen? Kehrt über den Umweg der Naturkatastrophe die schwindende Nachhaltigkeit an den Erg Chebbi zurück? Oder hat

die Flutkatastrophe zwar zu einer kleinen Korrektur in der Standortwahl der Herbergen geführt, war ansonsten aber kein Anlass, den Tourismus mit dem anstehenden Wiederaufbau auch strukturell neu auszurichten – und damit nur eine Unterbrechung eines Trends, der den Wüstentourismus um Merzouga vom Prinzip der Nachhaltigkeit entfernt?

Der „Berber-Tsunami“ – so wird die Naturkatastrophe von der lokalen Bevölkerung genannt – hat aus ökologischer Sicht nach rund 20 Jahren Trockenheit durch die Fluten zu einem Auffüllen des Grundwasserkörpers und zu einer Erholung der Vegetation geführt (Abb. 11). Trockengefallene Brunnen weisen wieder Wasser auf, und die Einheimischen konnten dank vieler kleiner Seen, die die sommerliche Hitze abmilderten, einen von der Temperatur her angenehmen Sommer verbringen. Auch die Touristen profitierten unmittelbar nach der Naturkatastrophe von einer herrlichen Landschaft, in der ausgedehnte Wasserflächen vor malerischen Sanddünen die Schönheit der Wüste kurzzeitig in ganz neuer Weise erscheinen ließen.⁷ Diese „Entschärfung“ der ökologischen Probleme stellt jedoch nur einen kurzfristigen Aspekt dar.

Zwei Jahre nach der Flutkatastrophe deutet alles darauf hin, dass der Einfluss des Staates auch weiterhin eher gering bleibt sowie dass jede Art von koordinierter und konzertierter Tourismusentwicklung an Partikularinteressen scheitert. Es war nur ein zeitlicher Zufall, dass die Boomhochphase und die Naturkatastrophe zusammengefallen sind. Der Erg Chebbi hat, so hat es den Anschein, offenbar inzwischen den Gipfel seines touristischen Lebenszyklus im Sinne von BUTLER (1980, 1999, 2003) erreicht und sogar überschritten. Die vor Jahren geäußerte Vermutung, dass der Wüstentourismus dem Prinzip der Nachhaltigkeit folge, war wohl eine zu optimistische Interpretation eines neuen Tourismusproduktes, das in der Anlaufphase noch recht wenige externe Akteure aufwies, bei dem inzwischen aber die Mechanismen des Marktes (mit allen negativen Effekten) voll zum Tragen kommen. Der Wüstentourismus am Erg Chebbi, so zeigt uns die Entwicklung der letzten sechs Jahre, war lediglich in der Frühphase bis zum Bau der Asphaltstraße tendenziell nachhaltig. Nunmehr ist er in ein Reifestadium



Abb. 11 Noch Wochen nach der Überschwemmung blieben um Merzouga temporäre Seenflächen zurück (Aufnahme vier Wochen nach der Überschwemmung).

⁷ BOUAOUINATE et al. 2008, S. 92.

gelangt, bei dem die Zahl der Besucher enorm gestiegen ist und gleichzeitig die touristische Qualität der frühen Jahre schwindet. Es spricht alles dafür, dass die „nachhaltige Phase“ des Wüstentourismus am Erg Chebbi bis 2002 eher als die „Frühphase eines touristischen Lebenszyklus“ interpretiert werden muss, die nun zu Ende gegangen ist. Der Tourismus am Erg Chebbi nähert sich diesbezüglich offenbar anderen Wüstendestinationen mit ähnlichen nicht-nachhaltigen Befunden an, wie z. B. in den Oasen Douz und Tozeur in Tunesien (vgl. JÄGGI 1994, KASSAH 1993). Leider, so lautet die Schlussfolgerung, kann man den Erg Chebbi nicht mehr länger als Beispiel für einen tendenziell nachhaltigen Tourismus ansehen.

Literatur

- BARTHA, I.: Ethnotourismus in Marokko: die Inszenierung der Berberkultur. *Geographische Rundschau* 55/3, 34–38 (2003)
- BARTHA, I.: Ethnotourismus in Marokko. Touristische Präsentation, Wahrnehmung und Inszenierung der Berber. (Maghreb-Studien 15) Bayreuth: Naturwiss. Gesellschaft 2006
- BECKEDORF, A.-S.: Wüstentourismus in Marokko. Das Beispiel des Erg Chebbi. Bachelor-Arbeit am Lehrstuhl für Stadtgeographie. Bayreuth 2006 [unveröff.]
- BIERNERT, U.: Wüstentourismus in Südmarokko. Das Beispiel des Tafilalet. Passau: L.I.S.-Verlag 1998 (Maghreb-Studien 11)
- BISSON, J.: Mythes et réalités d'un désert convoité: Le Sahara. Paris: L'Harmattan 2003
- BOUAOUINATE, A.: Les acteurs locaux du tourisme de désert au Maroc: Cas de l'erg Chebbi et de Zagora-M'hamid. Diss. Bayreuth 2009
- BOUAOUINATE, A., BECKEDORF, A.-S., and POPP, H.: Tourisme de masse et une crue catastrophique au désert. La fin de la durabilité et du cycle de vie touristique dans l'Erg Chebbi (Sud du Maroc) est-elle atteinte? In: POPP, H. (Ed.): Les pays du Maghreb. Contributions de la géographie humaine allemande; pp. 86–93. Bayreuth: Selbstverlag 2008
- BUTLER, R.: The Concept of a Tourist Area Cycle of Evolution: Implications for Management of Resources. Toronto 1980
- BUTLER, R. W.: Sustainable tourism: a state-of-the-art review. *Tourism Geographies* 1/1, 7–25 (1999)
- BUTLER, R. W.: The concept of a tourism area cycle of evolution: implications for management of resources. *Canadian Geographer* 24, 5–12 (2003)
- CAUVIN VERNER, C.: Au désert: une anthropologie du tourisme dans le Sud marocain. Paris: L'Harmattan 2007
- JÄGGI, M.: Tourismus und Ressourcennutzung in der südtunesischen Oase Douz. Ein sozialgeographischer Beitrag zur Umweltforschung. Bern: Peter Lang 1994 (Europäische Hochschulschriften, Reihe IV, Geographie 15)
- KASSAH, A.: Tozeur et son oasis: Problèmes d'aménagement d'une ville oasienne. *Les Cahiers d'URBAMA* 8, 51–75 (1993)
- KOHL, I.: Wüstentourismus in Libyen. Folgen und Auswirkungen auf die Lokalgesellschaft der südwestlibyschen Oase Ghat. Wien 2001 [unveröff. Diplom-Arbeit]
- LESSMEISTER, R., und POPP, H.: Profitiert die Regionalbevölkerung vom ländlichen Tourismus? Das Beispiel des Trekking- und Wüstentourismus in Südmarokko. In: MEYER, G. (Ed.): Die Arabische Welt im Spiegel der Kulturgeographie. S. 400–411. Mainz: Selbstverlag 2004
- LESSMEISTER, R., et SCHERLE, N.: Hors des sentiers battus? Offres de voyages touristiques spécialisés dans les pays du Maghreb? In: POPP, H. (Ed.): Les pays du Maghreb. Contributions de la géographie humaine allemande; pp. 78–85. Bayreuth: Selbstverlag 2008
- POPP, H.: Oasen – ein altes Thema in neuer Sicht. *Geographische Rundschau* 49/2, 66–81 (1997)
- POPP, H.: Wüstentourismus in Nordafrika. *Geographische Rundschau* 52/9, 52–59 (2000)
- POPP, H.: Die Wahrnehmung der Sahara. Stereotype über eine Wüstenregion und ihre touristische Vermarktung. *Praxis Geographie* 31/7–8, 4–10 (2001)
- POPP, H.: Neue Tourismusformen im ländlichen Raum am Beispiel der Maghrebländer. In: EGNER, H. (Ed.): Tourismus – Lösung oder Fluch? Die Frage nach einer nachhaltigen Entwicklung peripherer Regionen. (Mainzer Kontaktstudium 9) S. 55–74 Mainz: Selbstverlag 2003

Herbert Popp

POPP, H.: Nachhaltiger Gebirgs- und Wüstentourismus in Südmarokko? *Erdkunde* 58, 118–136 (2004)

VORLAUFER, K.: *Tourismus in Entwicklungsländern. Möglichkeiten und Grenzen einer nachhaltigen Entwicklung durch Fremdenverkehr*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1994

Prof. Dr. Herbert POPP
Bayreuth Universität Bayreuth
Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften
Lehrstuhl für Stadtgeographie und Geographie des ländlichen Raumes
95440 Bayreuth
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 921 552272
Fax: +49 921 552231
E-Mail: herbert.popp@uni-bayreuth.de

Ökonomie der Faszination: Dubai und Las Vegas als Wüstenstädte und Erlebnisoasen

Heiko SCHMID (Heidelberg/Jena)

Mit 7 Abbildungen

Zusammenfassung

Dubai und Las Vegas sind weltweit für ihre spektakulären Immobilien- und Freizeitprojekte bekannt und können als erfolgreiche Ökonomien der Faszination bezeichnet werden. Von denkbar ungünstigen naturräumlichen Faktoren geprägt, weisen sie als Wüstenstandorte eine noch sehr kurze Stadtgeschichte auf. Die Rahmenbedingungen für das Entstehen industrieller Produktion oder wissensbasierter Ökonomien waren dabei wenig Erfolg versprechend. Umso mehr überrascht das starke Wachstum der jungen Stadtökonomien und wirft die Frage nach den eigentlichen Erfolgsfaktoren auf. Der vorliegende Beitrag untersucht die wichtigsten Rahmenbedingungen und geht insbesondere auf den *Governance*- und den Aufmerksamkeitsaspekt ein. Sie machen heute die eigentlichen Standortvorteile von Dubai und Las Vegas aus. Für ein besseres Verständnis wird zunächst unter dem Titel „Ökonomie der Faszination“ eine eigene Forschungsperspektive entwickelt, mittels derer die verschiedenen Erfolgsfaktoren erfasst und analysiert werden. Schwerpunkt der Analyse sind einerseits Macht- bzw. Herrschaftsstrukturen, strategische Allianzen und die Konkurrenzsituation vor Ort, andererseits die einzelnen Aufmerksamkeitsstrategien bei der Inszenierung und medialen Vermarktung. Abschließend werden die gesellschaftlichen und ökologischen Folgen thematisiert, die in Dubai und Las Vegas mit der Inszenierung der Stadtlandschaft und einer starken Erlebnisorientierung einhergehen. In die Betrachtung beider Städte werden damit nicht nur die Erfolgsfaktoren, sondern für eine kritische Reflektion auch negative Folgeerscheinungen mit einbezogen.

Abstract

Dubai and Las Vegas are known world-wide for their spectacular real estate and leisure projects and could be characterized as successful economies of fascination. Provided with rather unfavourable natural conditions, they only have a very short history as desert cities. The development of industrial production or knowledge-based economies was less promising. The strong growth of the young urban economies surprises all the more and raises the question of the crucial factors for success. This article investigates the reasons for the economic success and focuses predominantly on the aspects of governance and attention. Both account in Dubai and Las Vegas for the ultimate advantages of the location. For a better understanding of the success factors a research perspective called “Economy of Fascination” will be developed. The analysis is mainly focused on the structure of power, the strategic alliances, and the local competition, as well as on the different strategies of attention and media representation. Finally, social and ecological consequences arising out of the theming and the entertainment orientation in both cities will be discussed. The analyses of Dubai and Las Vegas not only include the investigation of factors for success, but also the critical evaluation of negative impacts.

1. Einleitung

Dubai und Las Vegas werden von ihren Besuchern heute kaum als Wüstenstädte, sondern vielmehr als Erlebnisoasen wahrgenommen. Beide Städte liegen zwar inmitten vollardiger

Landschaften, Las Vegas in der Mojavewüste und Dubai in den nördlichen Ausläufern der Rub Al Khali, doch innerhalb der modernen Stadtlandschaft ist die Wüste heute kaum mehr sichtbar. Beide Städte sind geprägt von spektakulären Immobilien- und Freizeitprojekten, die weltweit für Aufmerksamkeit sorgen, zugleich aber den Blick auf die naturräumlichen Bedingungen verstellen. Attraktionen wie die Wasserspiele vor dem *Bellagio*-Hotel in Las Vegas oder die Skihalle der *Mall of the Emirates* in Dubai suggerieren technischen Fortschritt. Wasser in der Wüste und Schnee im Sommer sind aber vor allem Mittel der Inszenierung. Das Extreme und Außergewöhnliche ist ein Garant für die notwendige Aufmerksamkeit, um immer mehr Touristen in die beiden Metropolen zu locken. Nicht zuletzt aus diesem Grund haben sich Dubai und Las Vegas zu Extrembeispielen inszenierter Stadtlandschaften entwickelt. Das war nicht immer so. Noch bis in die 1960er Jahre hatte Dubai kaum eine asphaltierte Straße und war mit weniger als 60 000 Einwohnern nur eine kleine Handelsniederlassung an der Küste des Arabisch-Persischen Golfes. Das Stadtbild war mit traditionellen Windtürmen und engen Gassen stark vom Einfluss der Wüste geprägt. Wasser war ein knappes und kostbares Gut, und die sommerliche Hitze brachte in den Mittagsstunden das Wirtschaftsleben zum Erliegen. In Las Vegas war die Situation bis in die 1930er Jahre ähnlich. Auch hier waren die Wasserressourcen stark begrenzt und ließen kaum ein Wachstum der Wüstensiedlung zu. 1930 hatte Las Vegas gerade einmal 5100 Einwohner. Erst der Bau des *Boulder Canyon Dam* (später Hoover-Damm genannt) markierte die Wende und legte mit der Wasser- und Stromversorgung durch den aufgestauten Colorado den Grundstein für ein anhaltendes Wachstum. In Dubai hatte der Erdölboom ab Ende der 1960er Jahre eine ähnliche Wirkung, so dass Dubai im Zuge der *Oil Urbanization* schnell zu einer größeren Stadt wuchs.

Hoover-Damm und Erdölboom waren wichtige Gunstfaktoren für die ansonsten als Wüstenstandorte eher benachteiligten Städte. Doch trotz dieser Tatsachen waren die Rahmenbedingungen für das Entstehen industrieller Produktion oder wissensbasierter Ökonomien nicht wirklich Erfolg versprechend. Den Ausschlag und den wichtigsten Wachstumsimpuls brachte in beiden Städten die Entwicklung einer Aufmerksamkeitsökonomie.

Las Vegas profitierte bis in die 1970er Jahre vom Glücksspielmonopol des Staates Nevada, der als einziger Bundesstaat in den USA das Glücksspiel erlaubte. Bereits in den 1940er und 1950er Jahren entwickelte sich deshalb in Las Vegas eine regelrechte Glücksspielindustrie mit ersten Ressorthotels am *Las Vegas Boulevard*, einer damals noch südlich der Stadt gelegenen Ausfallstraße. Die ersten Hotels wie das *El Rancho* oder das *Last Frontier* waren noch im Westernstil errichtet und passten zum Wüstencharakter der damaligen Stadt, hatten aber bereits Klimaanlage, Swimmingpools und Leuchtreklame. Angezogen vom Glücksspiel und vom liberalen Umgang mit Alkohol und Prostitution strömten immer mehr Besucher nach Las Vegas, so dass in den folgenden Jahren immer neue Hotels entstanden. Um die Aufmerksamkeit der Besucher zu gewinnen, überboten sich diese gegenseitig mit immer größeren Leuchttafeln und verwandelten Las Vegas nach und nach in eine glitzernde Neon-City. Innerhalb nur zweier Jahrzehnte war Las Vegas zu einer bekannten Freizeitdestination geworden. Die neuen Ressorts lockten immer mehr Vergnügungssuchende in die Stadt und sorgten für ein starkes Wirtschaftswachstum. In der aufstrebenden Kasinobranche entstanden zahlreiche neue Arbeitsplätze, die die Zahl neuer Einwohner in Las Vegas kontinuierlich ansteigen ließ (MOEHRING und GREEN 2005). Hatte die Stadt zu Beginn des Zweiten Weltkriegs gerade einmal 8500 Einwohner, so stieg diese Zahl bis 1950 auf 25 000 und bis 1960 auf 65 000 Einwohner (MOEHRING 2000).

In Dubai setzte die Entwicklung sehr viel später ein (Abb. 1). Ähnlich wie die ersten Resort-hotels am *Las Vegas Boulevard* war 1979 in Dubai an der *Trade Center Road* (später *Sheikh Zayed Road*) das *Dubai Trade Center* weit außerhalb der Stadt inmitten der Wüste entstanden. Damals noch skeptisch belächelt, sollte der 39-stöckige Wolkenkratzer zum Symbol und Wachstumspol der schnell wachsenden Stadt werden. Die steigenden Erdöleinnahmen nutzte Dubai konsequent zum Ausbau der Infrastruktur. In den 1970er und 1980er Jahren entstanden auf diese Weise ein leistungsfähiges Straßennetz, zwei Tiefseewasserhäfen und mehrere Freihandelszonen. Die Weichen für den Ausbau des Tourismus folgten mit einer Öffnung des Luftraums über Dubai, dem sukzessiven Ausbau des Flughafens und der Gründung der Fluggesellschaft *Emirates Airline*. Eine liberale Wirtschaftspolitik und niedrige Steuern hatten zudem die Ansiedlung ausländischer Kaufleute und Arbeitskräfte gefördert. Anders als in Las Vegas gelang der Durchbruch als Freizeitdestination allerdings recht spät. Erst mit dem Bau zahlreicher luxuriöser Hotelanlagen, darunter auch der 1999 fertig gestellte *Burj Al Arab*, und spektakulärer Immobilienprojekte wie der *Palm Jumeirah*, einer kilometergroßen künstlichen Insel in Palmenform, konnte sich Dubai als Tourismusdestination etablieren.

Der einst vor den Toren der Stadt gelegene *Las Vegas Boulevard*, aber auch die *Sheikh Zayed Road* in Dubai sind heute längst zu innerstädtischen Wachstumspolen geworden, derart schnell hat sich in beiden Städten die Bebauung in die umgebende Wüstenlandschaft vorge-schoben. Heute überwiegen spektakuläre Freizeitattraktionen und vermitteln das Bild einer künstlichen Stadtlandschaft. In Las Vegas sind es vor allem die Themenhotels, die ganze

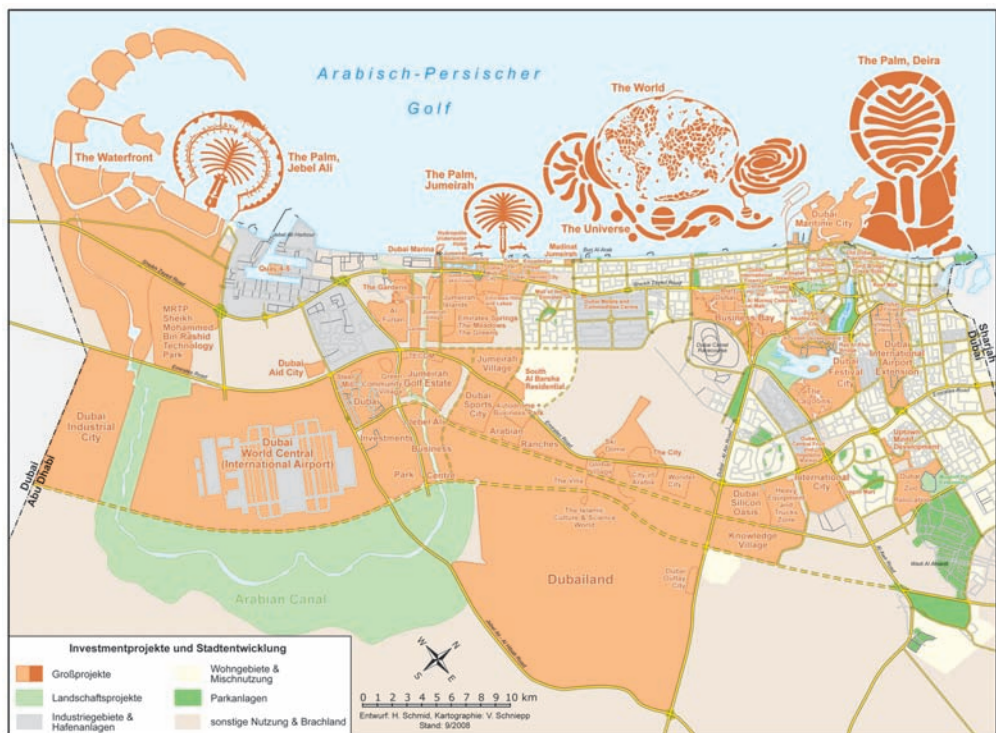


Abb. 1 Investitionsprojekte und Stadtentwicklung im Emirat Dubai

Städte (Paris, New York, Venedig), historische Themen (antikes Rom, Alt-Ägypten) oder fiktive Kunstwelten aus Film und Fernsehen (Excalibur, Star Trek) nachbilden (vgl. Abb. 2). In Dubai dominieren stattdessen Projekte der Superlative, die von künstlichen Inseln in Form dreier Palmen, einer Weltkarte und einem Halbmond, über das weltweit höchste Gebäude (*Burj Dubai*) bis hin zum größten Einkaufszentrum (*Dubai Mall*) oder dem größten Erlebnispark (*Dubailand*) reichen (vgl. Abb. 1). Beide Städte haben sich von Wüstenstädten zu Erlebnis-oasen mit inszenierten Stadtlandschaften gewandelt. Grundlage dafür war eine Erlebnis- und Aufmerksamkeitsökonomie, die im Folgenden über die Forschungsperspektive einer „Ökonomie der Faszination“ genauer erfasst und analysiert werden soll.

2. „Ökonomie der Faszination“ als Forschungsperspektive

Einen vielversprechenden Ansatz für ein analytisches Verständnis von Inszenierung und Erlebnisorientierung liefert die an anderer Stelle (SCHMID 2006, 2007) bereits vorgestellte Forschungsperspektive einer „Ökonomie der Faszination“. Im Mittelpunkt steht dabei die Auseinandersetzung mit aufmerksamkeitstheoretischen Ansätzen, die von einer Phänomenologie der Aufmerksamkeit (WALDENFELS 2004), über eine Ökonomie der Aufmerksamkeit (FRANCK 1998) bis hin zu Aspekten der Faszination im Sinne einer konsumtiven „Verzauerung“ reichen. Die aufmerksamkeitsbezogenen Aspekte werden schließlich um eine semiotische Perspektive und einen Fokus auf die verwendeten Zeichensysteme und die Bedeutungsaufladung ergänzt. Hier ist besonders die von BARTHES (1988), ECO (1994) und GREIMAS (1976) angestoßene Erweiterung der Semiotik auf nicht-sprachliche Bereiche von Bedeutung, die sich auch in der Soziosemiotik GOTTDIENERS (1995) und den *Semiotics of Consumption* (HOLBROOK und HIRSCHMAN 1993, DELOZIER 1976) wiederfindet. Diese Ansatzpunkte werden innerhalb der Konzeption einer „Ökonomie der Faszination“ um einen handlungs- bzw. strukturationstheoretischen Rahmen ergänzt, der die Analyse und Zuordnung der angesprochenen semiotischen Aspekte hinsichtlich verschiedener Akteure, Strategien und Zielvorstellungen ermöglicht. Auf diese Weise werden aufmerksamkeitstheoretische, semiotische und handlungstheoretische Überlegungen zu einem konzeptionellen Rahmen für die Analyse inszenierter Stadtlandschaften verknüpft.

Ausgangspunkt ist die konzeptionelle Fassung der Begriffe „Aufmerksamkeit“ und „Faszination“. In seinen Überlegungen zu einer „Phänomenologie der Aufmerksamkeit“ geht Bernhard WALDENFELS (2004) von einer Doppelbewegung des Auffallens und Aufmerkens, die er zwischen den „Dingen“, die auffallen, und den „Subjekten“, die aufmerken, verortet. Aus dieser Konstellation werden verschiedene Zwischeninstanzen der Aufmerksamkeit abgeleitet, die sich auf ein Areal an Techniken, Medien und sozialen Praktiken beziehen und in einer praktischen Dimension auf eine Aufmerksamkeitspolitik und eine Aufmerksamkeitsökonomie hinauslaufen (WALDENFELS 2004).

Von einer „Ökonomie der Aufmerksamkeit“ spricht bereits 1998 der Ökonom und Architekturprofessor Georg FRANCK und legt damit einen interessanten Ansatz vor, der sich mit Aufmerksamkeit als einer begrenzten und zunehmend knappen Ressource auseinandersetzt. Im Zuge steigender Medien- und Informationsangebote wird die menschliche Aufmerksamkeit zu einem begehrten und umkämpften Gut. Um den Absatz ihrer Waren und Dienstleistungen zu erhöhen, bemühen sich zahlreiche kommerzielle Anbieter um die Aufmerksamkeit der Konsumenten. Entsprechend erklärt FRANCK (1998) die Aufmerksamkeit zur umkämpften

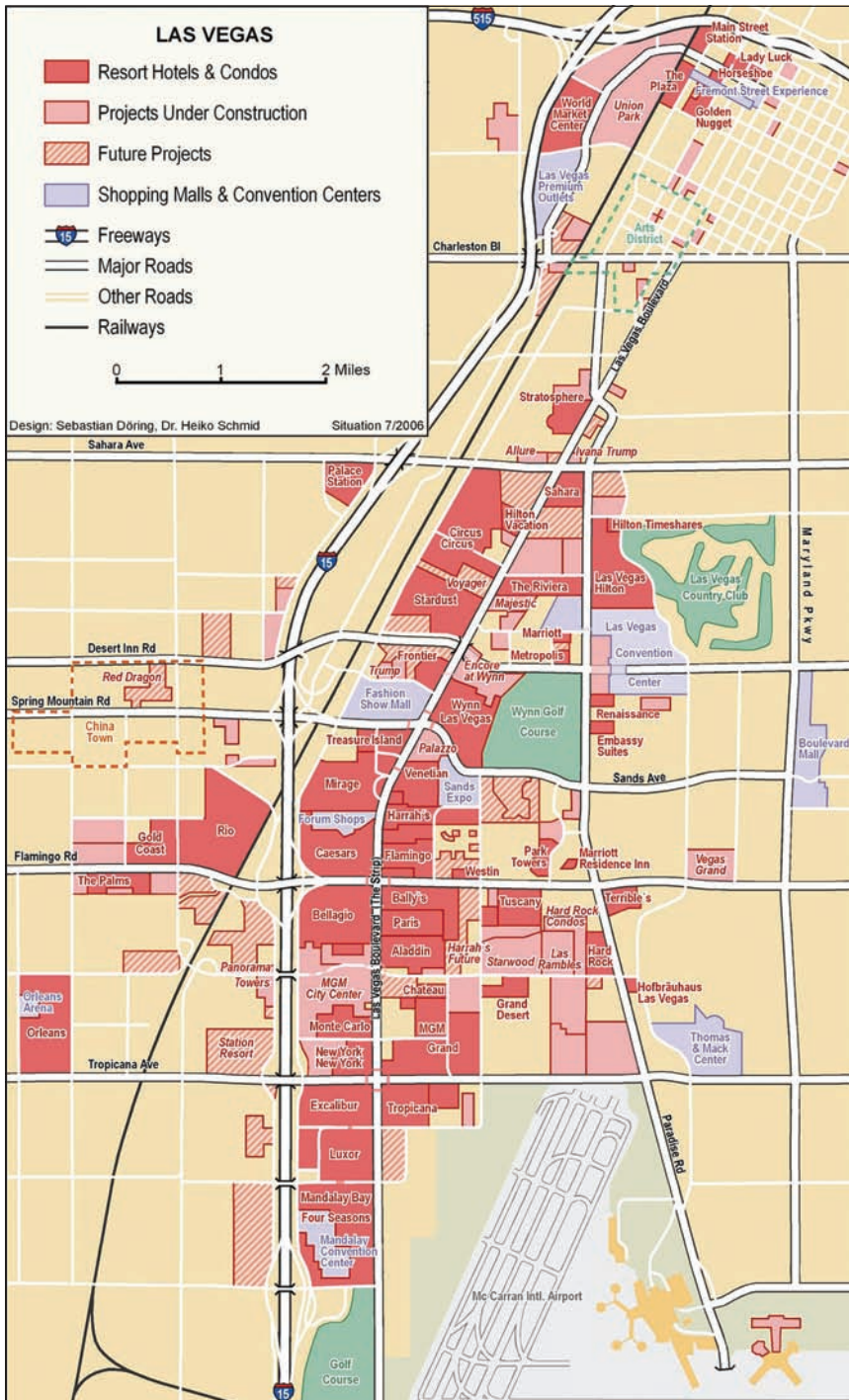


Abb. 2 Inszenierte Stadtlandschaft von Las Vegas

Ressource, geht aber noch einen Schritt weiter und spricht von einer „Währung des immateriellen Einkommens“.¹ Aufmerksamkeit erhält nach FRANCK einen Tauschwert, der sich in Form von Prominenz und Reputation akkumulieren lässt. Andersherum kann man mit Aufmerksamkeit auch bezahlen: Vermeintlich kostenlose Informations- und Medienangebote müssen häufig in Form von Aufmerksamkeit für die eingefügte Werbung „bezahlt“ werden. Angebot und Nachfrage schaffen damit einen regelrechten Aufmerksamkeitsmarkt.

Im Gegensatz zur Aufmerksamkeit geht der Begriff „Faszination“ noch weiter und betont vor allem die faszinative Bindungskraft von Aufmerksamkeitsangeboten. Im Sinne einer manipulierten Aufmerksamkeit entfaltet Faszination eine „fesselnde Wirkung“ und „Anziehungskraft“. Faszination beschreibt damit eine Art Machtlosigkeit des Konsumenten, der sich den Konsumangeboten und Inszenierungen bisweilen unbewusst hingibt. Die Macht der Faszination ist zugleich immer auch als innere Wunschsituation des Konsumenten angelegt. Der Reiz aus Verzauberung, Beglückung und Verführung macht den Konsumenten offen für derartige Aufmerksamkeitsangebote. Faszination umfasst damit neben einer von außen strukturierten Zwangssituation immer auch eine innere Wunschsituation des Konsumenten. Diese Dualität, die in gewisser Weise mit der Doppelbewegung des Auffallens und Aufmerkens nach WALDENFELS (2004) korrespondiert, ist bereits in der Herkunft des Wortes vom lateinischen *fascinatio* als „Behexung“ und „Verzauberung“ angelegt.² In diesem Sinne ist Faszination ein wesentlicher Schlüssel für die konsumorientierte Inszenierung von Orten, aber auch für deren Analyse. Damit stellt sich im Rahmen einer Forschungsperspektive „Ökonomie der Faszination“ in erster Linie die Frage nach dem Zauber und der genauen Wirkungsweise von Faszination. Eine Antwort ist vor allem im Verständnis der verwendeten Zeichen und Symbole und damit auf einer semiotischen Ebene zu finden.

Für die semiotische Analyse wurde zunächst Bezug zu einer Theorie des symbolischen Konsums (*Semiotics of Consumption*) genommen. Im Rahmen dieses Ansatzes werden Angebots- und Konsumentenseite untersucht und Verkauf, Kauf und Konsum von Produkten als Form des symbolischen Handelns aufgefasst (NÖTH 2000). Auf Konsumentenseite wird entsprechend analysiert, wie sich der Konsument bestimmter Produkte bedient, um seinen Statusanspruch oder Lebensstil zu verdeutlichen. Ein demonstrativer Konsum dient dem Konsumenten insofern als Identitäts- und Distinktionsmerkmal und damit auch als Kommunikationsmittel (GOTTDIENER 2000, WICKLUND und GOLLWITZER 1982, HOLMAN 1981). Auf der Anbieterseite werden verschiedene Strategien der Zeichenverwendung, der Maskierung und der Mystifizierung von Produkten angesprochen. ECO (1994) analysiert beispielsweise die „visuelle Rhetorik der Werbung“ und fokussiert dabei nicht nur die visuellen Codes, sondern auch die persuasiven Botschaften der Werbung. Die Rhetorik der Werbung thematisiert auch BARTHES (1988, 1990), der die entscheidenden Inhalte der Werbebotschaft vor allem in den Konnotationen und damit in den nachrangigen Bedeutungen verborgen sieht. Auf diese Weise lassen sich in die Werbung indirekt Wertungen und positive Assoziationen einbeziehen, die weit über die ursprüngliche Bedeutung des Produkts hinausgehen. Eine Dialektik von Verbergen und Verführen bei Werbebotschaften spricht schließlich CHARAUDEAU (1983) an. Einerseits täuschen maskierende Botschaften Glaubwürdigkeit und Transparenz vor, andererseits enthält Werbung auch überzeugende Botschaften, die dem Produkt eine Aura verleihen und Produktwertversprechen umfassen. Als Beispiel einer solchen Dialektik kann

1 FRANCK 2000, S. 88.

2 Duden 2007, S. 314.

die Mystifizierung gesehen werden, die das beworbene Produkt magisch und phantasievoll erscheinen lässt, die eigentliche Werbebotschaft aber mittels weiterer Mikrostrategien wie der Lüge, der List oder des Geheimnisses verdeckt.

Neben der semiotischen Perspektive ergänzt ein handlungs- bzw. strukturationstheoretischer Rahmen die Analyse hinsichtlich verschiedener Strategien, Zielvorstellungen, Akteurskonstellationen und Macht- bzw. Herrschaftsstrukturen. Als theoretische Grundlage bietet sich vor allem GIDDENS Strukturationstheorie (1984) und dessen Erweiterung durch Benno WERLENS „Sozialgeographie alltäglicher Regionalisierungen“ (1995, 1997) an. Auf der Basis von GIDDENS „Dualität von Struktur“ und einem Handlungsmodell, das Struktur sowohl als Handlungsbedingung als auch als Handlungsergebnis konzeptualisiert, lassen sich die beteiligten Akteure, deren Interessen und Ziele bestimmen sowie konkrete Handlungsstrategien analysieren. Über diese Kategorien werden zugleich das Verhältnis von staatlichen und privaten Akteuren im Rahmen einer *Urban Governance* sowie strategische Kooperationen und Konkurrenzsituationen vor Ort erfasst. Einen weiteren Schwerpunkt der handlungstheoretischen Perspektive bilden Strategien, die auf Inszenierung und Erlebnisorientierung und damit auf konsumtive Aspekte ausgerichtet sind. Für diesen Zweck bieten sich WERLENS Überlegungen zu „informativ-signifikativen Geographien des Alltags“ an, die zugleich in Richtung der semiotischen Ansätze anschlussfähig sind. Nach WERLENS (1997) umfassen informativ-signifikative Regionalisierungen emotional sinnhafte Aufladungen und die zugrundeliegenden Kommunikationsverhältnisse. Über die Selektion, Bewertung und Interpretation sozialer Ereignisse wird den Medien zunehmend die „Herstellung“ sozialer Wirklichkeit zugeschrieben. Gleichzeitig erfolgt die Konstitution von Bedeutung über medial vermittelte Interpretationsregeln und Deutungsschemata. Sie wirken auf die sinnhafte Interpretation der Handlungskontexte und damit auf das symbolische Geographie-Machen der Konsumenten strukturierend und werden deshalb von der Erlebnisindustrie in ökonomischer Absicht beeinflusst und über die Medien verbreitet.

Für die Konkretisierung einer „Ökonomie der Faszination“ als Forschungsperspektive müssen insofern aufmerksamkeits-theoretische, semiotische und handlungstheoretische Ansätze kombiniert und gegenseitig eingebunden werden. Erst so lässt sich ein Verständnis für die Wirkungsweise und die Erfolgsfaktoren von inszenierten Stadtlandschaften erreichen.

3. Die Geschichte des Erfolgs: Akteure und Allianzen

In Dubai und Las Vegas liefert die Analyse der Akteurskonstellation und der Macht- bzw. Herrschaftsstrukturen ein deutliches Bild einer unternehmensorientierten Stadtpolitik. Die lokale Politik ist in beiden Städten stark auf wirtschaftliche Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit ausgerichtet. Zudem besteht zwischen dem öffentlichen und dem privaten Sektor eine enge Verflechtung, die sich als ausgeprägte Kooperation und strategische Allianz zeigt. Trotz der vorherrschenden Kooperation besteht zwischen den Akteuren eine ausgeprägte Konkurrenzsituation. Diese Gleichzeitigkeit von Kooperation und Konkurrenz stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktor dar und geht weit über eine in der Literatur diskutierte *Urban Governance* und eine Kompetenzabtretung des öffentlichen Sektors hinaus. Für Dubai und Las Vegas ist letztlich nicht allein die Übertragung von Kompetenzen und Aufgaben an private Akteure entscheidend, sondern die Interaktion zwischen öffentlichem und privatem Sektor mit einer gemeinsamen Standortstrategie, einer schnellen und zielgerichteten Entscheidungsfindung und einer konsequenten und schnellen Umsetzung.

In Dubai konzentriert sich die Entscheidungsmacht auf die Herrscherfamilie und vor allem auf Emir Sheikh MOHAMMAD BIN RASHID AL MAKTOUM, der das Emirat seit 2006 regiert, zuvor aber schon als Kronprinz die Wirtschaftspolitik Dubais bestimmte. Schon in den 1970er Jahren hatte Sheikh MOHAMMAD von seinem Vater und damaligen Emir Sheikh RASHID Verantwortung übernommen und war u. a. maßgeblich am Auf- und Ausbau der touristischen Infrastruktur in den 1980er und 1990er Jahren beteiligt. Ein wichtiger Meilenstein war 1985 die Gründung der Fluggesellschaft *Emirates Airline*, mit der Sheikh MOHAMMAD seinen Onkel Sheikh AHMAD beauftragte und ihm dafür ein Startkapital von 10 Millionen US-Dollar zur Verfügung stellte. Gleichzeitig trieb Sheikh MOHAMMAD den Ausbau des Flughafens in Dubai voran, öffnete den Luftraum für ausländische Fluggesellschaften und ermunterte diese, ihre Flugverbindungen über Dubai abzuwickeln (WILSON 2006). In den 1990er Jahren folgten verstärkt Investitionen in den Bau großer Hotelanlagen, darunter auch der 1999 eröffnete *Burj Al Arab*, der als erstes 7-Sterne-Hotel weltweit für Aufmerksamkeit sorgte. Ab der Jahrtausendwende ließ Sheikh MOHAMMAD dann weitere spektakuläre Immobilienprojekte verwirklichen, die endgültig Dubais Rolle als Erlebnis-oase manifestierten. Zunächst offerierte die neugegründete Immobilienfirma *Nakheel* (arab. für „Palmen“) das Inselprojekt *Palm Jumeirah*. Später folgte das Projekt *Burj Dubai* mit dem weltweit höchsten Gebäude, das von der ebenfalls neu gegründeten Immobiliengesellschaft *Emaar* verwirklicht wird. An beiden Gesellschaften ist die Herrscherfamilie maßgeblich beteiligt, hat aber das Management einflussreichen Einzelpersonen überlassen. Geschäftsführer der *Nakheel*-Gesellschaft ist Sultan Ahmad BIN SULAYEM, ein erfahrener Manager, der bereits den Hafen und die Freihandelszone in Jebel Ali geleitet hatte (WALLIS 2005). Die Emaar-Gruppe wird dagegen von Mohammad AL ABBAR gelenkt, einem in den USA ausgebildeten Finanzexperten, der für die regierende Maktoumfamilie schon die Aluminiumfabrik *DUBAL* und die Immobilienfirma *Al Khaleej Investments* geleitet hatte (WALLIS 2005). Im Kreis der wichtigsten Unternehmensführer befindet sich neben AL ABBAR und BIN SULAYEM noch Mohammad Abdallah AL GERGAWI, der zunächst die staatliche *Dubai Development and Investment Authority* und später das privatwirtschaftliche Pendant *Dubai Holding* führte und für Großprojekte wie den Dubailand-Erlebnispark verantwortlich ist. Allen genannten Wirtschaftsführern ist gemeinsam, dass sie neben ihrer Rolle als Geschäftsführer in Personalunion noch wichtige öffentliche Ämter begleiten. GERGAWI ist Staatsminister im Kabinett von Sheikh MOHAMMAD, AL ABBAR ist Generaldirektor des *Departments of Economic Development* und BIN SULAYEM ist Chef der halbstaatlichen Zoll- und Hafenbehörde. Zusätzlich sind alle drei Mitglied im *Dubai Executive Council*, der quasi die Lokalregierung des Emirats Dubai darstellt.

Die aufgezeigten Verflechtungen verdeutlichen, dass in Dubai kaum zwischen staatlichen und privaten Unternehmungen unterschieden werden kann. Gemeinsam formieren Herrscherhaus, Staatsunternehmen und Privatwirtschaft eine starke Allianz, die sich um die Vermarktung des Standortes kümmert und gemeinsam neue Märkte – beispielsweise für den Tourismussektor in Dubai – erschließt. Dennoch herrscht ein starker Wettbewerb, bei dem die unterschiedlichen Privatfirmen und öffentlichen Institutionen gegeneinander in wirtschaftlicher Konkurrenz stehen. Dies überrascht, da die wichtigsten Entscheidungen alle bei Sheikh MOHAMMAD zusammenlaufen und das Herrscherhaus über seine Beteiligungen zahlreiche Unternehmen kontrolliert. Umso mehr besteht zwischen den drei wichtigsten Unternehmen *Emaar*, *Nakheel* und *Dubai Holding* eine gewisse Rivalität. War bislang *Nakheel* hauptsächlich für die Inselprojekte und *Emaar* mit dem *Burj Dubai* und der *Dubai Mall* für das höchste Gebäude und das größte Einkaufszentrum zuständig, so konterte die *Dubai Holding* zwischenzeitlich mit

Planungen für eine noch größere Shopping Mall (*Mall of Arabia*) und *Nakheel* mit Entwürfen zu einem höheren Gebäude (*Al Burj*). Die Unternehmen stehen in einem harten Wettkampf um Projekte, Aufmerksamkeit und vor allem internationale Investoren. Als Eigentümer wäre Sheikh MOHAMMAD ohnehin in der Lage, eine Fusion der drei Unternehmen herbeizuführen oder die Aufgaben klar zu verteilen. In Dubai sorgt jedoch der Wettbewerb für die notwendige Dynamik, die gleichzeitige Allianz für die gemeinsame Wachstumsstrategie.

In Las Vegas gibt es eine ähnliche Situation mit wenigen Entscheidungsträgern und einer starken Einflussnahme der Privatwirtschaft auf das öffentliche Handeln. Das größte wirtschaftliche Gewicht haben die großen Glücksspiel- und Hotelkonzerne wie *MGM-Mirage*, *Harrah's Entertainment*, *Las Vegas Sands*, *Wynn Resorts* und *Boyd Gaming* (vgl. Abb. 3). Hinter ihnen stehen jeweils einzelne Persönlichkeiten und Unternehmer wie Kirk KERKORIAN (*MGM-Mirage*), Steve WYNN (*Wynn Resorts*) oder Sheldon ADELSON (*Las Vegas Sands*), die als treibende Kraft der Entwicklung von Las Vegas zur Erlebnis-oase gelten. Kirk KERKORIAN engagierte sich schon recht früh in Las Vegas und baute zwischen 1969 und 1993 mit dem *International*, dem ersten *MGM Grand* und dem zweiten *MGM Grand* drei Mal das größte Hotel der Welt, wurde aber immer wieder von seinen Konkurrenten und deren Hotelneubauten in Größe und Zimmerzahl übertroffen. Einer der schärfsten Konkurrenten war Steve WYNN, der 1989 mit seinem *Mirage*-Hotel das Zeitalter der Megaressorts einläutete. WYNN musste zur Finanzierung seines 630 Millionen US-Dollar teuren Hotelneubaus damals noch auf Risikokapital mit extrem hoher Verzinsung zurückgreifen, konnte aber die hohen Schulden dank des enormen wirtschaftlichen Erfolgs des *Mirage* recht schnell abtragen. WYNNs Erfolg war vor allem der Neukonzeption als Megaressort zu verdanken, die neben dem Casinobetrieb auch Shows und Einkaufsmöglichkeiten und damit eine umfassende Erlebnisinszenierung vorsah. Nach dem *Mirage*-Erfolg baute Steve WYNN weitere Hotels: 1993 folgte das *Treasure Island*, 1996 das *Monte Carlo* und 1998 das *Bellagio*. WYNNs *Mirage*-Gruppe war dadurch zu einem großen Konzern angewachsen, der auch mit KERKORIANs *MGM*-Gruppe konkurrierte.

Um die Hotelneubauten zu finanzieren, musste WYNN sein Unternehmen jedoch in eine Aktiengesellschaft umwandeln und Aktien an Investoren veräußern. Diesen Umstand und einen niedrigen Aktienkurs der *Mirage*-Gruppe in Folge kleinerer Rückschläge nutzte Kirk KERKORIAN im Jahr 2000 für eine feindliche Übernahme. KERKORIAN konnte damit seinen *MGM*-Konzern nicht nur um zahlreiche Hotelressorts erweitern, sondern hatte auch einen starken Konkurrenten weniger. Steve WYNN wollte sich jedoch nicht geschlagen geben und forcierte mit seinen Erlösen aus der Übernahme ein Comeback, das ihm 2005 mit dem *Wynn Las Vegas* und 2008 mit dem *Encore* auch gelang (vgl. Abb. 3). WYNN sollte jedoch nicht der einzige Übernahmekandidat bleiben. 2004 und 2005 folgten mehrere Fusionen, die die Zahl der Akteure und damit Konkurrenten in Las Vegas erheblich reduzierte. 2004 übernahm die *Boyd Gaming Corporation* die *Coast Casinos*. 2005 folgte die Übernahme der *Caesars Entertainment* durch *Harrah's Entertainment* und im gleichen Jahr übernahm wiederum KERKORIANs *MGM-Mirage* die *Mandalay Resort Group* (vgl. Abb. 3). Von Übernahmen verschont blieb dagegen Sheldon ADELSON, der sein Unternehmen mit eigener Aktienmehrheit führt. ADELSON stieg erst spät in das Ressortgeschäft in Las Vegas ein und kaufte 1989 das *Sands*, das er zunächst um ein riesiges Tagungs- und Messezentrum erweiterte, um dann 1999 das alte *Sands*-Hotel durch einen Neubau als *Venetian* zu ersetzen. Ähnlich wie WYNN mit seinen zusätzlichen Show- und Einkaufsangeboten verstand es auch ADELSON, das eigentliche Casinogeschäft durch weitere Einnahmemöglichkeiten zu ergänzen, und warb verstärkt um Messe- und Tagungsbesucher. Diese Sparte lockt jährlich mittlerweile über 6 Millionen Besucher

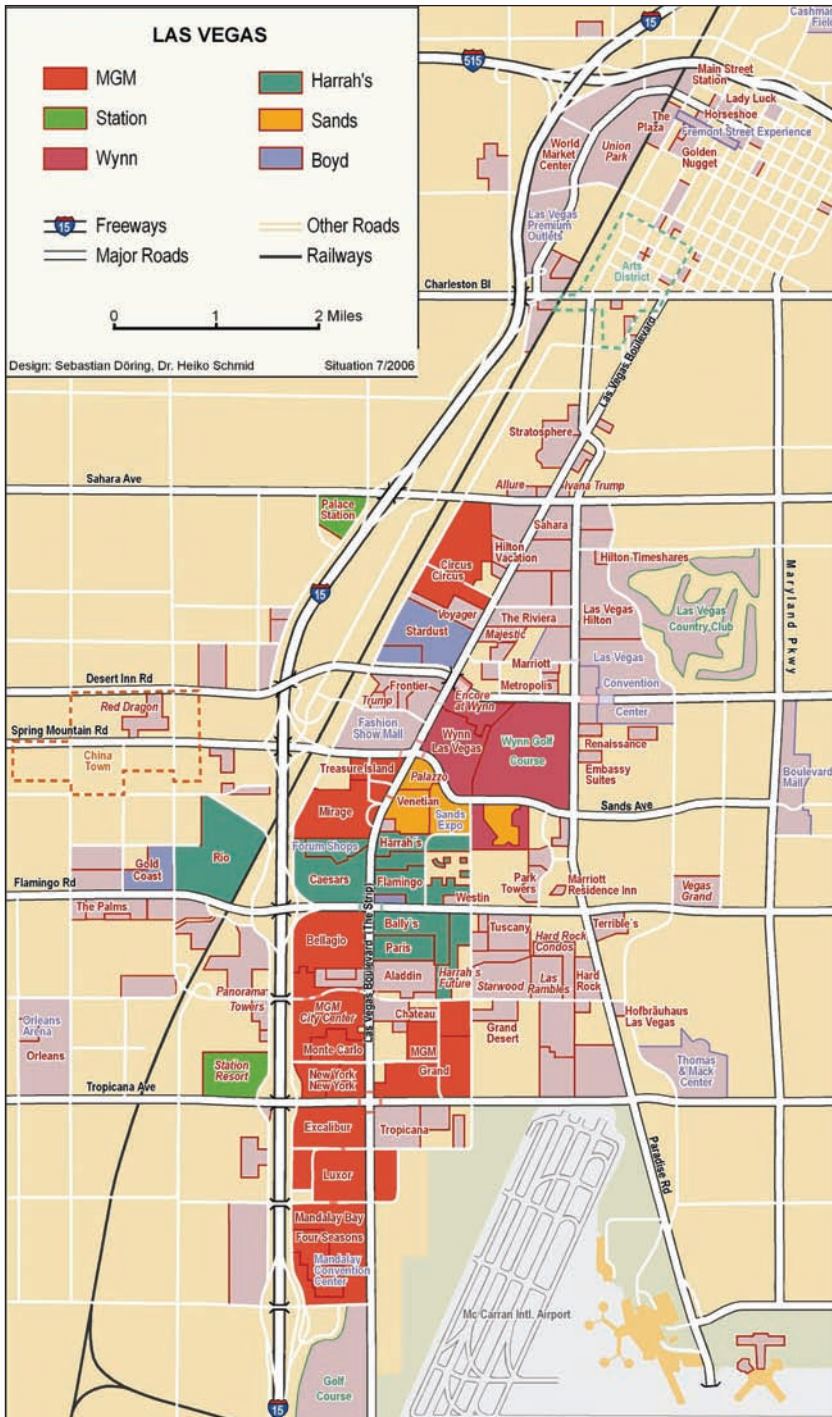


Abb. 3 Besitzverhältnisse am Las Vegas Boulevard

nach Las Vegas und belebt vor allem das eher schleppende Geschäft unter der Woche, so dass durch die Geschäftsreisenden die Belegungsraten auf über 90 % gesteigert werden konnten.

Trotz der hohen Auslastung und fast kontinuierlich steigender Besucherzahlen herrscht in Las Vegas eine erhebliche Konkurrenz zwischen den einzelnen Glücksspiel- und Hotelkonzernen, aber auch zwischen den einzelnen Ressorthotels innerhalb eines Konzerns. Die Rivalität zwischen den Unternehmen wird nicht nur mit Worten, sondern oft auch per Anwalt vor Gericht ausgetragen – wie beispielsweise die Auseinandersetzung zwischen Steve WYNN und Sheldon ADELSON um fehlende Parkmöglichkeiten, die sich zu einem regelrechten „Parkplatzkrieg“ mit mehreren Gerichtsverfahren ausweitete. Während sich die Kontrahenten erbittert um Besucher und Details streiten, kooperieren sie gleichzeitig sehr intensiv, wenn es um gemeinsame Interessen geht. Innerhalb der *Las Vegas Convention and Visitors Authority* (LVCVA), einer *Public-Private-Partnership* für die Vermarktung der Destination, sitzen die Konfliktparteien einmütig nebeneinander und beraten über die strategische Ausrichtung und Vermarktung des Gesamtstandorts. Die LVCVA ist zugleich ein gutes Beispiel für die intensive Kooperation zwischen dem öffentlichen und dem privaten Sektor, sind doch innerhalb der Organisation nicht nur Bürgermeister und *County Commissioners* vertreten, sondern auch die wichtigsten Unternehmen der Glücksspiel- und Ressortindustrie. Interessanterweise verwaltet die LVCVA einen erheblichen Teil der Hotelsteuereinnahmen, die sie für die Vermarktung des Standorts und den Betrieb eines großen Messe- und Tagungszentrums ausgeben kann. Die Ressortindustrie hat einen erheblichen Einfluss auf die Verwendung dieser Steuergelder innerhalb der LVCVA, übt aber auch an anderer Stelle gemeinsam Druck auf den öffentlichen Sektor aus. Wenn es um ihre ureigenen Interessen geht, zeigen sich die Konkurrenten der Ressortindustrie überraschend einmütig und versuchen, die Entscheidungen der öffentlichen Hand gemeinsam zu beeinflussen. In Las Vegas kommt es deshalb kaum zu Regelungen, die nicht mit der Ressort- und Glücksspielindustrie abgestimmt sind und deshalb deutlich auf eine unternehmensorientierte Stadtpolitik hinauslaufen.

4. Mystifizierung und mediale Vermarktung

Dubai und Las Vegas sorgen mit ihren spektakulären Freizeitattraktionen und den Projekten der Superlative weltweit für Aufmerksamkeit. Medieninszenierung und Aufmerksamkeitsgenerierung sind dabei fester Bestandteil der Wirtschaftsstrategie und der Positionierung als Erlebnis-oase.

In Dubai ist für die Selbstdarstellung und die Vermarktung des Standortes in erster Linie das *Department of Tourism and Commerce Marketing* (DTCM) zuständig. Die staatliche Organisation unterhält nicht nur 14 Auslandsvertretungen und präsentiert den Standort auf internationalen Messen und Sportveranstaltungen, sondern betreut jährlich über 500 Delegationsreisen nach Dubai mit insgesamt über 6000 Medien- und Touristikvertretern. Die eingeladenen Teilnehmer sollen später als Multiplikatoren bei der Vermarktung des Emirats fungieren, weshalb in den meisten Fällen das DTCM die Reisekosten trägt oder sie mit kooperierenden Fluggesellschaften und Hotels teilt. Besonders die eingeladenen Journalisten sorgen anschließend für eine breite Berichterstattung in ihren Heimatländern und fördern so die Popularität Dubais. Das DTCM organisiert darüber hinaus auch Events und Festivals, die den Bekanntheitsgrad weiter erhöhen. Besonders erfolgreich ist das seit 1995 veranstaltete *Dubai Shopping Festival*, das sich zu einem touristischen Saisonhöhepunkt entwickelt hat

und jeweils für einen deutlichen Anstieg der Besucher- und Umsatzzahlen im Emirat Dubai sorgt. Neben der staatlichen Tourismusbehörde DTCM bemühen sich auch viele staatliche und private Unternehmen um eine größere Bekanntheit des Standorts. Hier zahlt sich besonders die strategische Allianz aus Privatfirmen, Staatsunternehmen und Behörden aus, die ihre Strategien und Werbeaktivitäten untereinander koordinieren. Eröffnet beispielsweise die *Emirates Airline* eine neue Flugverbindung, so sind das staatliche DTCM oder Konzerne wie *Emaar* und *Nakheel* zur Stelle, um in der neu angeflogenen Destination Werbung für Dubai zu betreiben.

Neben der intensiven Kooperation bei der Vermarktung des Standorts Dubai benutzen die einzelnen Akteure ein ganzes Set an Aufmerksamkeitsstrategien. Dies fängt bei den Superlativen wie dem höchsten Gebäude, dem größten Freizeitpark oder dem größten Einkaufszentrum an und reicht bis zu spektakulären Projekten wie einer Skihalle inmitten der Wüste oder künstlichen Inseln in Form von Palmen oder einer Weltkarte. Derartige Projekte fallen deutlich aus dem Rahmen und ziehen automatisch die Aufmerksamkeit und Neugierde von Besuchern und Investoren an. Daneben verstehen es die Verantwortlichen in Dubai sehr geschickt, ihre Projekte mit zusätzlichen Bedeutungen aufzuladen. Das Hotel *Burj Al Arab* ist dafür ein gutes Beispiel. Es ist nicht nur in der Gestalt eines modernen Yachtsegels entworfen, sondern auch im Innenausbau mit allerlei zusätzlicher Symbolik versehen, die für überschwänglichen Luxus steht. Allein über 8000 m² Fläche sind im Hotel mit Gold überzogen, so dass der Leitspruch gilt: „Alles was glänzt ist aus Gold.“ Zusätzlich sind 24000 m² mit Marmor ausgekleidet, darunter die italienische Marmorsorte, die bereits MICHELANGELO für seine Skulpturen genutzt hatte, wie Vertreter des Hotels betonen.³ Auch die An- und Abreise zum Hotel wird mit viel Exklusivität zelebriert und erfolgt entweder im hoteleigenen Rolls Royce oder gar per Hubschrauber über die Landeplattform in 200 m Höhe.

Spektakuläre Attraktionen wie der *Burj Al Arab* sind geeignet, die Aufmerksamkeit der Weltöffentlichkeit auf Dubai zu lenken, verlieren aber mit der Zeit an Wirkung, da ohne weitere Neuigkeitswerte die Medien allmählich das Interesse verlieren. Aus diesem Grund setzen die Marketingstrategen in Dubai die verschiedenen Attraktionen immer wieder durch Events in Szene. Eine gängige Strategie sind dabei Veranstaltungen mit Prominenten. So schlug beispielsweise der Golfprofi Tiger WOODS im März 2004 von der Hubschrauberlandeplattform des *Burj Al Arab* einige Golfbälle in den Arabisch-Persischen Golf, und im folgenden Jahr lieferten sich Roger FEDERER und Andre AGASSI an gleicher Stelle einen Schaukampf auf ausgelegtem Rollrasen und abgestecktem Tennisfeld. In beiden Fällen war die Medienresonanz groß und sorgte weltweit für eine kostenlose Berichterstattung über Dubai. Prominente wurden in Dubai deshalb auch an anderer Stelle eingesetzt, was allerdings nicht immer gleich erfolgreich war. Die Idee eines Tennisspiels wurde 2006 mit den Tennisprofis Lindsay DAVENPORT und Maria SHARAPOVA in der Skihalle der *Mall of the Emirates* wiederholt, fand aber weit weniger Beachtung als noch beim ersten Mal auf dem *Burj Al Arab*. Dieser Umstand verdeutlicht, wie schnell sich Neuigkeitswerte abnutzen und wie entscheidend die permanente Neuerfindung für die mediale Inszenierung ist.

Im besonderen Maße ist Las Vegas auf die ständige Neuerfindung und Aufmerksamkeits-erzeugung ausgerichtet und hat als festen Bestandteil seiner Inszenierung das „re-inventing itself“ verinnerlicht. Beliebt ist vor allem die Sprengung alter Hotelanlagen, um Platz für Hotelneubauten zu schaffen. Dies wird häufig als Sylvester-Spektakel mit mehreren hundert-

³ Vgl. *Jumeirah* 2007a, CHEW und SCHMITT 2000.

tausend Zuschauern inszeniert und fördert die Neugierde auf den geplanten Neubau, dessen Eröffnung später ebenso spektakulär zelebriert wird (KLEIN 1999, DAVIS 1999, HESS 1999). Aber auch innerhalb der bestehenden Hotelressorts wird ständig gebaut, werden Shows ausgetauscht oder Attraktionen erneuert. Der permanente Umbau auch erst kürzlich eröffneter Ressorthotels gehört in Las Vegas längst zur Normalität und suggeriert dem Besucher, dass er bei seinem nächsten Besuch mit neuen Attraktionen rechnen kann.

Neben der permanenten Erneuerung vollzieht Las Vegas unter Federführung der LVCVA die Mystifizierung der gesamten Destination als Sündenstadt. Es überrascht zunächst, dass die Vermarktung der Stadt über ein Negativimage erfolgt, doch war Las Vegas schon in den 1940er Jahren für Glücksspiel und Freizügigkeit und weniger für Sittsamkeit bekannt. Las Vegas präsentiert sich als vermeintliche Sündenstadt, in der sich die Besucher ohne moralische Tabus vergnügen können. Die Werbung vermittelt den Eindruck, dass in Las Vegas die sonst gültigen Regeln für den Umgang mit Glücksspiel, Rauchen, Alkohol oder Erotik gleichsam außer Kraft gesetzt sind. Der Leitspruch vergangener Tage „What happens here, stays here“ wird deshalb in der jüngsten Werbekampagne wieder verstärkt zitiert. Unter diesem Motto wird suggeriert, dass die eigenen Vergnügungen in Las Vegas ein gut gehütetes Geheimnis bleiben, von dem niemand erfährt. Der Erfolg dieser Werbekampagne, den die LVCVA dank der Hotelsteuer mit einem enormen Werbeetat von jährlich über 80 Millionen US-Dollar forcieren kann, liegt aber vor allem an der geschickten Inszenierung des Sündenimages. In den Werbefilmen wird die eigentliche „Sünde“ und werden die angeblichen Tabubrüche der Besucher in Las Vegas – ähnlich dem Verbrechen in Hitchcock-Filmen – nie direkt gezeigt. Stattdessen wird es der Vorstellungskraft der Fernsehzuschauer überlassen, was in Las Vegas passieren könnte. Ein Werbespot zeigt beispielsweise eine Gruppe junger Frauen, die sich auf dem Rückweg zum Flughafen befinden und ausgelassen lachen. In der Szene ist aber auch eine nachdenkliche Frau zu sehen, die sich erst allmählich vom Lachen der anderen anstecken lässt. Der Zuschauer wird im Unklaren gelassen, was zuvor in Las Vegas passiert ist und die Frauen veranlasst zu lachen. Nur der von einer Frau übergestreifte Brautschleier lässt vermuten, was in der Nacht aus einer Partylaune heraus passiert sein könnte. Ein solcher Werbespot ist aus mehreren Gründen außergewöhnlich: Einerseits richtet er sich an junge Frauen und damit an eine neue Zielgruppe – ein Novum für die bislang männerdominierte Glücksspielwelt von Las Vegas. Andererseits spielt er geschickt mit den unterschiedlichsten Vorstellungen, die die Zuschauer mit der Geschichte assoziieren können. Die „sündigen“ Erlebnisse in Las Vegas können als durchgeführte Partynacht, als ungezwungener Flirt oder aber als spontane Hochzeit mit einer flüchtigen Bekanntschaft interpretiert werden. Die vagen Andeutungen und die assoziierte Freizügigkeit von Las Vegas regen die Fantasie der Zuschauer an und sorgen im „prüden“ Amerika für Aufregung, aber eben auch für Neugierde und Faszination. Las Vegas handelt dabei weniger mit den tatsächlichen Erlebnissen der Mehrheit der Besucher, als vielmehr mit den Wunschträumen und fiktiven Möglichkeiten. Die Werbekampagne und der Leitspruch „What happens here, stays here“ haben in den USA mittlerweile Kultstatus erreicht und werden in Talkshows und Vorabendserien zitiert. Prominentestes Beispiel war die Präsidentengattin Laura BUSH, die in Jay LENOS beliebter *The Tonight Show* den Slogan in leichter Abwandlung verwendete, um keine privaten Angelegenheiten aus dem Weißen Haus preiszugeben. Während weitere Prominente den Slogan in der Öffentlichkeit verwendeten und so dessen Popularität steigerten, sorgte auch das Verbot, die Fernsehspots wegen ihren Anspielungen nicht während der amerikanischen *Super Bowl Finals* zu zeigen, für noch mehr Neugierde und somit für das genaue Gegenteil des Verbots.

Die vorgestellten Beispiele verdeutlichen den zentralen Stellenwert, den die mediale Vermarktung für Standorte wie Dubai und Las Vegas besitzt. Die Forschungsperspektive einer „Ökonomie der Faszination“ erscheint dabei geeignet, die wesentlichen Erfolgsfaktoren in Form von Schlüsselakteuren, Machtstrukturen, strategischen Allianzen, Konkurrenzsituationen und Aufmerksamkeitsstrategien zu analysieren. Für ein Gesamtbild inszenierter Stadtlandschaften sind neben den Erfolgsfaktoren aber auch mögliche Negativfolgen zu erfassen, die in der medialen Inszenierung normalerweise ausgeblendet werden.

5. Schattenseiten des Erfolgs: ökologische und gesellschaftliche Folgen

In Dubai und Las Vegas haben die Verantwortlichen in den letzten Jahrzehnten durch zahlreiche Attraktionen regelrechte Kunstwelten geschaffen, die hygienisiert und von allen negativen Einflüssen befreit sind. Die Stadtpolitik in beiden Städten hat sich damit ganz der Erlebnisorientierung verschrieben und ein starkes Wirtschafts- und Stadtwachstum erzielt. Die einstigen Wüstensiedlungen sind in relativ kurzer Zeit zu großen Metropolen herangewachsen: Las Vegas hatte 1940 erst 8500 Einwohner, heute sind es dagegen im Großraum schon knapp 2 Millionen Menschen (*Clark County Comprehensive Planning* 2008a, MOEHRING 2000). In Dubai lag die Einwohnerzahl 1967 noch bei 59 000, stieg dann aber ebenfalls sehr schnell auf heute über 1,5 Millionen an (*Dubai Statistics Center* 2008, HEARD-BEY 2004). Das Städtewachstum hat allerdings einige bislang noch wenig beachtete Folgen hervorgerufen. Neben tiefgreifenden gesellschaftlichen Umbrüchen sind dies vor allem ökologische Aspekte, wie beispielsweise der massive Eingriff in das Meeresökosystem durch die Inselaufschüttungen in Dubai oder der hohe Energie- und Wasserverbrauch.

In Las Vegas hat der Wasserverbrauch durch den starken Bevölkerungszug dramatisch zugenommen. Hinzu kommt ein extrem hoher Pro-Kopf-Verbrauch durch die hohen Sommertemperaturen und die intensive Bewässerung von Grünanlagen. Mitte der 1990er Jahre erreichte Las Vegas deshalb Spitzenwerte von knapp 800 Liter pro Einwohner und Tag und lag damit fast doppelt so hoch wie im amerikanischen Durchschnitt (vgl. Abb. 4). Die Wasserversorgung erfolgt in Las Vegas seit den 1930er Jahren fast ausschließlich über den Hoover-Damm und den aufgestauten Colorado, hat aber mittlerweile die Kapazitätsgrenzen erreicht. Aktuell verschärft zudem eine seit 2003 anhaltende Dürre die Situation. Hauptwasserverbraucher sind allerdings nicht die vielen Ressorthotels mit ihren Schwimmbädern, Wasserspielen und Grünanlagen, sondern in erster Linie die Privathaushalte mit ihren bewässerten Gärten. Während Hotels und Touristen nur etwa 10 % verbrauchen, sind die Privathaushalte für knapp 60 % des Wasserverbrauchs verantwortlich. Der Rest entfällt auf die übrigen Nutzer wie Industrie oder Landwirtschaft (vgl. *Las Vegas Valley Water District* 2008). Durch Sparmaßnahmen konnte der Wasserverbrauch in Las Vegas in den letzten Jahren teilweise reduziert werden und liegt heute bei etwa 600 Liter pro Einwohner und Tag (vgl. Abb. 4).

Für die Bewässerung ihrer Grünanlagen setzt die Hotelindustrie inzwischen fast ausschließlich auf aufbereitetes Brauchwasser. Die Bewässerung privater Grünanlagen unterliegt zudem erheblichen Restriktionen. Diese umfassen streng geregelte Bewässerungszeiten, den konsequenten Austausch defekter Bewässerungssysteme und eine Wasserpolizei, die Verstößen nachgeht und empfindliche Strafen verhängt. Daneben sind in den vergangenen Jahren finanzielle Anreize geschaffen worden, um die vielen Rasenflächen durch eine angepasste Vegetation zu ersetzen. In besonderen Schaugärten werden Wüstengärten mit Kakteen und

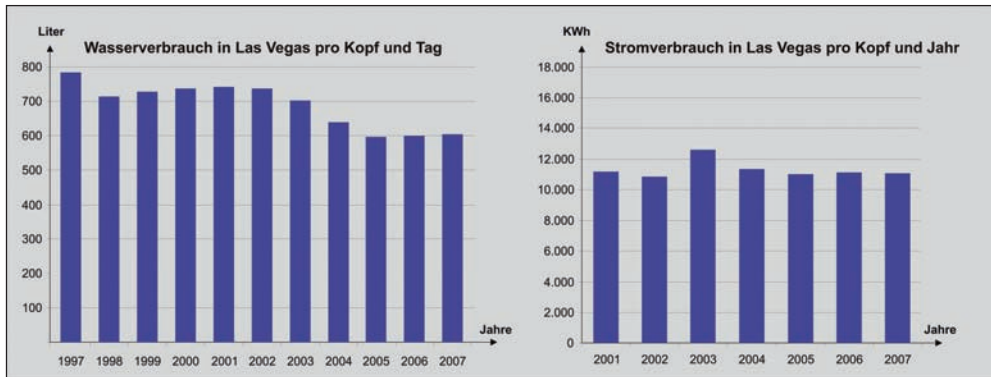


Abb. 4 Entwicklung des Wasser- und Stromverbrauchs in Las Vegas. Quelle: Eigene Darstellung nach *Las Vegas Valley Water District 2008, Nevada Power Company 2008*



Abb. 5 Wassersparmaßnahmen durch Wüstenvegetation und Felsengärten

anderen Sukkulenten als wassersparende Alternative angepriesen, so dass immer mehr Privathaushalte ihre Grünanlagen entsprechend umgestalten (vgl. Abb. 5).

In Dubai ist die Situation beim Wasserverbrauch ähnlich. Immerhin haben hier sehr früh Tröpfchenbewässerung, „wassersparende“ Grassorten und teilweise auch Kunstrasen für eine Begrenzung des Wasserverbrauchs gesorgt. Der Verbrauch pro Einwohner und Tag ist aber dennoch angestiegen und liegt mittlerweile mit knapp 600 Liter ähnlich hoch wie in Las Vegas (vgl. Abb. 6). Seit 2004 stagniert zwar der Pro-Kopf-Verbrauch, bewirkt aber angesichts des ungebrochenen Bevölkerungszuzugs einen weiter ansteigenden Wasserbedarf, der in Dubai fast ausschließlich über Meerwasserentsalzungsanlagen gedeckt wird (vgl. *Dubai Electricity and Water Authority 2008*). Diese Art der Wassergewinnung erfordert einen hohen Kosten- und Energieeinsatz. Zusätzlich kann es durch die Wasserentsalzung langfristig zu einem höheren Salzgehalt im Arabisch-Persischen Golf kommen, da die Rückstände der Entsalzung als Salzlauge wieder ins Meer gepumpt werden.

Neben dem Wasserverbrauch ist in beiden Städten auch der Stromverbrauch deutlich höher als im Durchschnitt der Industrienationen. Grund hierfür sind hauptsächlich die vielen Klimaanlagen, die die Gebäude und selbst die Schwimmbäder kühlen und in den heißen Sommer-

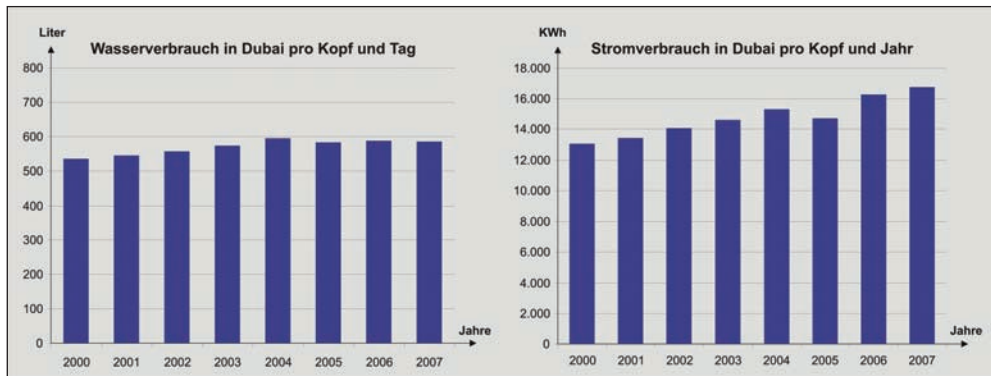


Abb. 6 Entwicklung des Wasser- und Stromverbrauchs in Dubai. Quelle: Eigene Darstellung nach *Dubai Electricity and Water Authority* 2008

monaten den Verbrauch erheblich steigern. Im Stromverbrauch liegt Dubai deutlich vor Las Vegas und erreicht Spitzenwerte von knapp 17 000 kWh pro Einwohner und Jahr gegenüber „nur“ 11 000 kWh in Las Vegas (vgl. Abb. 4 und 6). Dies liegt nicht zuletzt an energieintensiven Attraktionen wie der Skihalle der *Mall of the Emirates*, die auch in den Sommermonaten läuft. Hinzu kommt, dass die Stromerzeugung und die Wasseraufbereitung in Dubai über den Einsatz eigener fossiler Energieträger hochgradig subventioniert werden und durch die niedrigen Energiekosten wenig Anreize für Einsparungen bestehen. Da jedoch das Emirat Dubai, anders als Abu Dhabi und die meisten Nachbarstaaten, kaum noch über Ölreserven verfügt, wird Dubai zukünftig seine Energie importieren und die niedrigen Energie- und Wasserpreise wohl anpassen müssen. Langfristig könnte dies wiederum zu Energieeinsparungen führen.

In beiden Metropolen wird versucht, die ökologischen Aspekte vor allem über technische Lösungen in den Griff zu bekommen. Dies gilt für den Strom- und Wasserverbrauch ebenso, wie etwa für die Inselaufschüttungen in Dubai. Letztere haben bereits zu veränderten Meeresströmungen und einem schlechten Wasseraustausch innerhalb der Inselgruppen geführt, so dass aktuell über den Einsatz von Turbinen für einen künstlichen Wasserdurchsatz und eine Reinigung des Meerwassers zwischen den Inseln diskutiert wird. Der Zusammenhang zwischen ökologischen Folgen, Wirtschaftswachstum und gesellschaftlichen Veränderungen wird allerdings kaum thematisiert. Dabei ging das Wachstum in beiden Städten mit einem deutlichen Wandel der Lebensverhältnisse, aber auch mit tiefgreifenden gesellschaftlichen Veränderungen einher. Allein der starke Zuzug von Arbeitssuchenden hat die ethnische und soziale Bevölkerungsverteilung deutlich verschoben. In Las Vegas wächst vor allem der Anteil der *Hispanics*, aber auch der farbigen und asiatisch-stämmigen Bevölkerung, so dass die weiße Mehrheitsbevölkerung mittlerweile nur noch einen Anteil von 57 % hat (*Clark County Comprehensive Planning* 2008b). Die Bevölkerungsgruppen sind dabei hochgradig segregiert und vermischen sich kaum. In Las Vegas konzentriert sich die hispanische Bevölkerung beispielsweise auf den Nordwesten, die farbige Bevölkerung wohnt dagegen hauptsächlich im Norden der Stadt. Auch die soziale Verteilung der Einwohner zeigt eine deutliche Fragmentierung. Während die arme Bevölkerung um das Stadtzentrum und im Norden von Las Vegas wohnt, finden sich die reichen Schichten vor allem in den östlichen Randbezirken, die hauptsächlich aus *Master Planned Communities* und abgeschlossene Wohnsiedlungen bestehen.

In Dubai ist der gesellschaftliche Umbruch noch deutlicher. Durch den anhaltenden Zuzug von ausländischen Arbeitskräften seit den 1970er Jahren ist der Anteil der einheimischen Bevölkerung drastisch gesunken und liegt heute bereits unter 18 % (*Dubai Development and Investment Authority* 2005). Die Bevölkerungsmehrheit stammt dagegen aus Asien (65 %), wobei den größten Anteil einfache Gastarbeiter aus Indien, Pakistan, Sri Lanka und Bangladesh ausmachen. Aus anderen arabischen Staaten kommen etwa 13 %, aus Europa 4 % der Bevölkerung. Die einheimische Bevölkerung ist damit nur noch eine Minderheit im eigenen Land, hat aber mit Abstand den höchsten sozialen Status. Dies macht sich auch in der Siedlungsstruktur bemerkbar. Während die wohlhabenden Emiratis und die meist gutverdienenden Europäer in abgeschlossenen Wohnsiedlungen, Villenvierteln oder den neuen Hochhausquartieren wohnen, sind die einfachen Gastarbeiter entweder in Sammelunterkünften weit außerhalb der Stadt oder aber in überbelegten Wohnungen im alten Stadtzentrum von Dubai untergebracht. Der Gegensatz zwischen einfachen Gastarbeitern und wohlhabenden Emiratis könnte nicht größer sein. Während die Einheimischen von einer kostenlosen Gesundheitsversorgung und anderen staatlichen Privilegien profitieren, sind die Gastarbeiter, die für wenig Lohn auf den Baustellen und im einfachen Dienstleistungssektor arbeiten, Mitbürger zweiter Klasse. Sie bekommen nur eine befristete Arbeits- und Aufenthaltsgenehmigung, die an den jeweiligen Arbeitgeber gebunden ist. Bei Strafdelikten laufen sie zudem Gefahr, ihre Arbeitsgenehmigung zu verlieren und aus dem Land ausgewiesen zu werden. Weit gravierender sind allerdings die zum Teil sehr schlechten Lebens- und Arbeitsbedingungen, die von *Human Rights Watch* (2006) bereits als Ausbeutung kritisiert wurden. Auf den Baustellen häufen sich wegen fehlender Sicherheitsvorkehrungen die tödlichen Arbeitsunfälle, und auch die Unterbringung und Versorgung vieler Gastarbeiter genügt oftmals nicht den Mindeststandards. Da in Dubai Gewerkschaften nicht erlaubt sind, haben die Arbeitnehmer allerdings kaum eine Lobby.

Im Unterschied zum Emirat Dubai haben die Arbeitnehmer in Las Vegas eine starke politische Vertretung. Den dortigen Gewerkschaften gelang es in den 1990er Jahren in längeren Arbeitskämpfen gegen die Ressortindustrie, ein vergleichsweise hohes Lohnniveau und gute Arbeitsbedingungen durchzusetzen. Dies kommt in Las Vegas vor allem der Mittelschicht zugute, die in Dubai nahezu fehlt. Trotz der guten Verdienstmöglichkeiten sorgt in Las Vegas aber die Ausrichtung auf den Glückspielsektor und die Inszenierung als Sündenstadt für erheblichen Zündstoff. Vielen Bürgern sind die allgegenwärtigen Werbetafeln mit erotischem Inhalt und die steigende Zahl von Alkohol- und Glücksspielsüchtigen ein Dorn im Auge, so dass immer öfters der Ruf nach Restriktionen laut wird. In Dubai ist die öffentliche Kritik an der Politik des Herrschers verpönt, doch auch hier ist die Transformation in eine kosmopolitane Gesellschaft nicht ganz unproblematisch. Immerhin stehen sich islamisches Recht und westlicher Lebensstil entgegen, und auch die Tradition einer arabischen Stammesgesellschaft ist nicht immer mit Erlebnisorientierung und westlichem Nachtleben kompatibel. Solange die einheimische Bevölkerung aber am Erfolg Dubais partizipiert, bleibt die Angst vor „Überfremdung“ und Marginalisierung einigermaßen begrenzt.

6. Schlussbemerkung

Dubai und Las Vegas haben innerhalb kurzer Zeit einen kometenhaften Aufstieg von kleinen Wüstensiedlungen zu großen Metropolen vollzogen. Als Erlebnis-oasen mit spektakulären Attraktionen ziehen sie heute ein Millionenpublikum an und sind wirtschaftlich sehr erfolg-

reich. Beide Städte prosperieren auch deshalb, weil sie ökonomische Belange konsequent in den Vordergrund gerückt und gesellschaftliche und ökologische Aspekte eher nachrangig behandelt haben. Die Stadtpolitik ist eindeutig unternehmensorientiert und die staatlichen Institutionen meist auf die Bedürfnisse der Privatwirtschaft ausgerichtet.

Die wettbewerbsorientierte Standortallianz in beiden Metropolen ist gewissermaßen Voraussetzung für eine erfolgreiche Aufmerksamkeits- und Faszinationsökonomie. Trotz Konkurrenzsituation verstehen sich die Akteure in beiden Städten ausgezeichnet im gemeinsamen Standortmanagement, in der Werbung und Imagebildung sowie in der Organisation eines Medienspektakels. Durch die permanente Inszenierung sind künstliche Stadtlandschaften und Erlebnis-oasen entstanden, die mit den ursprünglichen Wüstenstädten Dubai und Las Vegas kaum noch Gemeinsamkeiten haben. Bezeichnenderweise wird aber in beiden Metropolen die „Wüste“, die man in den Kunstwelten scheinbar hinter sich gelassen hat, erneut thematisiert und zum Objekt der Inszenierung gemacht. Prominente Beispiele dafür sind in Las Vegas das Ressorthotel *Luxor*, in dem Pyramiden und Wüstenlandschaft inszeniert werden, oder das *Aladdin*, das die orientalische Welt mit Basar und Oase nachzeichnet. In Dubai ist derzeit besonders das *Bab Al Shams* beliebt, ein Luxushotel im Stil eines arabischen Wehrdorfes um eine kleine Wüsten-oase (vgl. Abb. 7).



Abb. 7 *Bab Al Shams*: Mystifizierung der Wüste. Quelle: *Jumeirah* 2007b

Damit scheint sich zu bewahrheiten, was die französischen Kollegen LAVERGNE und DUMORTIER bereits im Jahr 2000 für Dubai festgestellt haben: Gerade mit dem Ausbreiten der inszenierten Stadtlandschaft steigt die Sehnsucht nach der Wüste: „je stärker die Umwelt künstlich gestaltet wird und je mehr die Wüste aus dem täglichen Leben und der Stadtlandschaft verschwindet, umso mehr wird sie mystifiziert“.⁴ Mit Projekten wie dem *Bab Al Shams* in Dubai befördern die Verantwortlichen genau jene Mystifizierung der Wüste und schaffen ein hygienisiertes und verklärtes Abbild, das über Werbefotos transportiert wird und Einheimische wie Touristen gleichermaßen anspricht. Die Wüste lebt damit in den Inszenierungen der künstlichen Stadtlandschaften fort, wird dabei aber auf eine romantische Repräsentation reduziert.

⁴ LAVERGNE und DUMORTIER 2000, S. 50.

Literatur

- BARTHES, R.: Das semiologische Abenteuer. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1988
- BARTHES, R.: Der entgegenkommende und der stumpfe Sinn. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1990
- CHARAUDEAU, P.: Langage et discours: Éléments de sémiolinguistique (Théorie et pratique). Paris: Hachette 1983
- CHEW, K., and SCHMITT, U.: 1001 Arabian Nights at the Burj Al Arab. Cyprus: ABC Millenium 2000
- Clark County Comprehensive Planning* (Ed.): Clark County Nevada: Historical Population Summary 1990–2007. Las Vegas: Clark County 2008a
- Clark County Comprehensive Planning* (Ed.): Clark County Demographics Brochure June 2008. Las Vegas: Clark County 2008b
- DAVIS, M.: Las Vegas versus nature. *Stadtbauwelt* 90/36, 1990–1997 (1999)
- DELOZIER, M. W.: The Marketing Communications Process. New York: McGraw-Hill 1976
- Dubai Development and Investment Authority* (Ed.): National Break Down for the Emirate of Dubai 2004. Dubai: Dubai Development and Investment Authority 2005
- Dubai Electricity and Water Authority* (Ed.): Dubai Water and Electricity Statistics 2000–2007. Dubai: Government of Dubai 2008
- Dubai Statistics Center* (Ed.): Dubai in Figures 2007. Dubai: Government of Dubai 2008
- Duden*: Duden: Das Fremdwörterbuch. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Dudenverlag 2007
- ECO, U.: Einführung in die Semiotik. München: UTB 1994
- FRANCK, G.: Ökonomie der Aufmerksamkeit: Ein Entwurf. München: Hanser 1998
- FRANCK, G.: Jenseits von Geld und Information. Zur Ökonomie der Aufmerksamkeit. *Kunstforum international* 28/148, 84–94 (2000)
- GIDDENS, A.: The Constitution of Society. Outline of the Theory of Structuration. Cambridge: Polity Press 1984
- GOTTDIENER, M.: Postmodern Semiotics. Material Culture and the Forms of Postmodern Life. Cambridge, MA: Blackwell 1995
- GOTTDIENER, M.: Approaches to consumption: Classical and contemporary perspectives. In: GOTTDIENER, M. (Ed.): New Forms of Consumption. Consumers, Culture, and Commodification; pp. 3–31. Oxford: Rowman and Littlefield Publishers 2000
- GREIMAS, A. J.: Sémiotique et Sciences Sociales. Paris: du Seuil 1976
- HEARD-BEY, F.: From Trucial States to United Arab Emirates. London, Dubai, Abu Dhabi: Motivate Publishing 2004
- HESS, A.: Eine kurze Geschichte von Las Vegas. *Stadtbauwelt* 90/36, 1980–1987 (1999)
- HOLBROOK, M., and HIRSCHMAN, E.: The Semiotics of Consumption. Interpreting Symbolic Consumer Behavior in Popular Culture and Works of Art. Berlin: Mouton de Gruyter 1993
- HOLMAN, R.: Product use as communication: A fresh look at a venerable topic. In: ENIS, B., and ROERING, K. (Eds.): Review of Marketing; pp. 106–119. Chicago: American Marketing Association 1981
- Human Rights Watch* (Ed.): Building Towers, Cheating Workers. Exploitation of Migrant Construction Workers in the United Arab Emirates. New York: Human Rights Watch 2006
- Jumeirah* (Ed.): Media Fact File Burj Al Arab. Dubai: Jumeirah 2007a
- Jumeirah* (Ed.): Jumeirah Bab Al Shams Desert Resort and Spa Image ID 1565. Dubai: Jumeirah 2007b
- KLEIN, N. M.: Der Raum summt wie ein glücklicher Wal. *Stadtbauwelt* 90/36, 2000–2005 (1999)
- Las Vegas Valley Water District* (Ed.): Comprehensive Annual Financial Report. A Component Unit of Clark County, Nevada. Fiscal Year Ended June 30, 2007. Las Vegas: Las Vegas Valley Water District 2008
- LAVERGNE, M., und DUMORTIER, B.: Dubai – von der Wüstenstadt zur Stadt in der Wüste. *Geographische Rundschau* 52/9, 46–51 (2000)
- MOEHRING, E. P.: Resort City in the Sunbelt. Las Vegas 1930–2000. Reno: University of Nevada Press 2000
- MOEHRING, E. P., and GREEN, M. S.: Las Vegas: A Centennial History. Reno: University of Nevada Press 2005
- Nevada Power Company* (Ed): A Balanced Approach: Sierra Pacific Resources 2007 Annual Report. Reno: Sierra Pacific Resources 2008
- NÖTH, W.: Handbuch der Semiotik. Stuttgart, Weimar: J. B. Metzler 2000
- SCHMID, H.: Economy of Fascination: Dubai and Las Vegas as examples of a thematic production of urban landscapes. *Erdkunde* 60/4, 346–361 (2006)
- SCHMID, H.: Ökonomie der Faszination: Aufmerksamkeitsstrategien und unternehmensorientierte Stadtpolitik. In: BERNDT, C., und PÜTZ, R. (Eds.): Kulturelle Geographien. Zur Beschäftigung mit Raum und Ort nach dem Cultural Turn. S. 289–316. Bielefeld: Transcript 2007
- WALDENFELS, B.: Phänomenologie der Aufmerksamkeit. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2004
- WALLIS, W.: Intense rivalry among the lieutenants. *Financial Times* 118/4 (13.07.2005)

Heiko Schmid

- WERLEN, B.: Sozialgeographie alltäglicher Regionalisierungen. Bd. 1: Zur Ontologie von Gesellschaft und Raum. (Erdkundliches Wissen 116) Stuttgart: Franz Steiner 1995
- WERLEN, B.: Sozialgeographie alltäglicher Regionalisierungen. Bd. 2: Globalisierung, Region und Regionalisierung. (Erdkundliches Wissen 119) Stuttgart: Franz Steiner 1997
- WICKLUND, R. A., and GOLLWITZER, P. M.: Symbolic Self-Completion. Hillsdale/NJ: Erlbaum 1982
- WILSON, G.: Rashid's Legacy. The Genesis of the Maktoum Family and the History of Dubai. London. Dubai: Media Prima 2006

PD Dr. Heiko SCHMID
Universität Heidelberg
Geographisches Institut
Berliner Straße 48
Zimmer 121
69120 Heidelberg
Bundesrepublik Deutschland
Tel: +49 6221 544590
Fax: +49 6221 545585
E-Mail: heiko.schmid@geog.uni-heidelberg.de

Neue Methoden für alten Sand – Einsatz der Lumineszenz- und Elektronenspinresonanz-Datierung zur Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte in Trockengebieten

Ulrich RADTKE ML, Alexandra HILGERS, Daniela HÜLLE, Johanna LOMAX und Sarah RITTNER (Köln/Duisburg-Essen)

Mit 9 Abbildungen

Zusammenfassung

Trockengebiete reagieren sensibel auf Veränderungen von Klimabedingungen und Landschaftsnutzung. Die Rekonstruktion dieser Prozesse in der Vergangenheit ist von hohem wissenschaftlichem Interesse, und zwar auch, um Veränderungen in der Zukunft im Zusammenhang mit Klimamodellen prognostizieren zu können. Möglich wird die Entschlüsselung von Paläoumweltinformationen aus sedimentären Geo-Archiven mithilfe der Datierung mittels Optisch Stimulierter Lumineszenz (OSL). Diese Methode beruht auf der Akkumulation eines „Strahlenschadens“ im Kristallgitter eines Sediments seit der letzten Tageslichtexposition. Ein aktuelles Forschungsbeispiel aus dem südlichen Australien verdeutlicht Anwendung und Nutzen der OSL-Datierung. Eines der vordringlichen Forschungsziele auf diesem Gebiet ist die Ausweitung der Datierungsobergrenze über eine halbe Million Jahre hinaus. Eine Lösung könnte die Anwendung der Elektronenspinresonanz-Spektroskopie auf äolische Sedimente darstellen. Sollte sich das angenommene Potential der Methode verifizieren, wäre sie geeignet, die Sedimentationsgeschichte von Dünen über den gesamten Zeitraum des Quartärs nachzuvollziehen.

Abstract

Arid environments react in a very sensitive way to changes in climate and land use. The reconstruction of these processes in the past is of high scientific interest, especially to use the data in climate models for prospecting future changes. Optically Stimulated Luminescence (OSL) Dating is a valuable tool to decipher palaeoenvironmental conditions from sedimentary archives. This method is based on the process of a time-dependent accumulation of electrical charge in light sensitive traps that are associated with imperfections in the crystal lattice of common minerals such as quartz and feldspars. A current research project in Southern Australia illustrates the application of OSL-Dating on dunes which are several hundreds of thousands of years old. Extending the age range of this method is one of the main challenges in current research. One possible solution may be Electron-Spin-Resonance-Spectroscopy on aeolian sediments. If the assumed potential is verified, this method may be a valuable tool to assess the sedimentation history of dunes covering the whole Quaternary period.

1. Einführung

Die Trockengebiete der Erde sind wichtige Geo-Archive. Durch die in der Gegenwart fortschreitende Desertifikation wird deutlich, wie sensitiv diese Bereiche auf Klima- und/oder Nutzungsänderungen reagieren. Prozesse wie Aridisierung haben jedoch auch in der Vergangenheit stattgefunden und wurden z. B. in Dünen als Paläoumweltinformationen gespeichert. Mithilfe der strahlendosimetrischen Datierungsmethode *Optisch Stimulierte Lumineszenz* (OSL) können diese Informationen abgerufen und zeitlich eingeordnet werden. Aussagen über die Vegetationsbedeckung in der Vergangenheit, Niederschlag und Windrichtung werden

möglich – Informationen, die auch bedeutsam für die Modellierung der zukünftigen Klimaentwicklung sind.

Ein aktuelles Forschungsbeispiel verdeutlicht, wie es möglich wird, die Klima- und Landschaftsgeschichte des südlichen Australiens für die letzten ca. 400 000 Jahre zu rekonstruieren. Durch die systematische und methodisch konsistente Bearbeitung einer Vielzahl von Proben im ariden Zentrum und im semiariden Wüstenrandgebiet soll ermittelt werden, ob sich Hauptdünenbildungsphasen im südlichen Australien synchronisieren lassen und so überregionale Ariditätsphasen auszuweisen sind.

Grundprinzip der Datierung ist die Bestimmung der letzten Tageslichtexposition bei Umlagerung des zu datierenden Sediments. Nach dieser „Bleichung“ und Überdeckung beginnt die „geochronologische Uhr“ wieder zu laufen. Die jüngsten Alter, die mit der Optisch Stimulierten Lumineszenzdatierung bestimmt werden können, liegen bei idealen Bedingungen im Bereich von Jahrzehnten, der obere potentiell datierbare Altersbereich übertrifft den der auf organischem Material basierenden ^{14}C -Methode (maximal 55 000 Jahre) um etwa eine Größenordnung. Die Ausweitung der oberen Altersgrenze ist eines der Hauptthemen aktueller methodischer Forschung. Ein neuer Ansatz ist die Sedimentdatierung mittels Elektronenspinresonanz, die bisher hauptsächlich an Korallen, Muscheln oder Sintern angewandt wurde.

2. Das Grundprinzip der strahlendosimetrischen Datierungsverfahren

Die strahlendosimetrischen Datierungsmethoden beruhen – vereinfacht dargestellt – auf einem „Strahlenschaden“, der seit dem Ereignis einer „Nullstellung“ akkumuliert wurde. Eine solche Nullstellung kann etwa bei der Entstehung (z. B. von Korallen oder Muscheln im Falle der ESR-Datierung), einer thermischen Einwirkung (z. B. der Zeitpunkt des Brennens von Keramik) oder auch dem äolischen Transport eines Sandkorns geschehen. Während des darauf folgenden Lagerungszeitraums ist das zu datierende Material permanent ionisierender Strahlung ausgesetzt: Sowohl der natürliche Gehalt an Radionukliden im zu datierenden Material und dem Umgebungsmaterial als auch kosmische Strahlung hinterlassen einen „Strahlenschaden“. Durch diesen Einfluss werden Elektronen innerhalb des Materials aus dem Kristallgitter herausgelöst und landen in „Fallen“ (Fehlstellen), die als Baufehler in natürlich gewachsenen Kristallen vorhanden sind.

Dieser Vorgang wird im Labor rückgängig gemacht: Im Falle der OSL-Datierung geschieht dies, indem die Sedimentkörner mit Licht einer bestimmten Wellenlänge stimuliert werden (anders als bei der Thermolumineszenz, bei der die Stimulation durch Erhitzen erzielt wird). Die Elektronen gelangen vom höheren Energiezustand wieder in ihren Grundzustand und emittieren dabei neben Wärme ein Lichtsignal. Dieses wird gemessen und ist proportional zum akkumulierten „Strahlenschaden“ (AITKEN 1998, WAGNER 1995). Im Falle der ESR-Datierung lässt die während der Messung absorbierte Energie auf die relative Anzahl an ungepaarten Elektronen schließen, die in Beziehung zur erfahrenen Strahlenmenge steht.

Essentiell für die Altersberechnung ist, dass zusätzlich zur gesamten aufgenommenen Strahlenmenge (Äquivalenzdosis D_e) diejenige Strahlenmenge gemessen wird, die pro Zeiteinheit auf das Sediment eingewirkt hat (Dosisleistung D_0). Dies geschieht durch die direkte Messung der Umgebungsstrahlung oder indirekt durch die Analyse der Radionuklidgehalte im Sediment.

Wird schließlich der Quotient aus akkumulierter Strahlenmenge und jährlicher Strahlenmenge gebildet, ergibt sich eine Altersangabe in Jahren:

$$\text{Alter}[ka] = \frac{D_e[Gy]}{D_o[Gy/ka]} \quad [1]$$

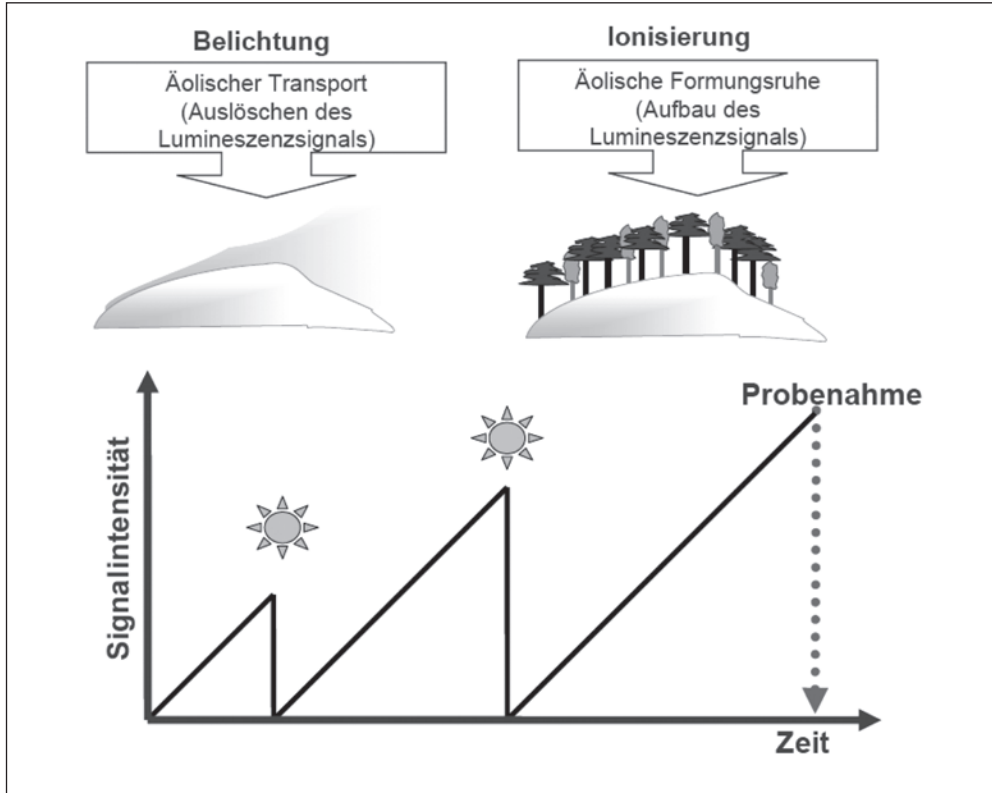


Abb. 1 Grundprinzip der Lumineszenzdatierung. Während des Ablagerungszeitraums baut sich das Lumineszenzsignal auf, bei Lichtexposition wird es gelöscht.

3. Datierung von Sedimenten mittels Optisch Stimulierter Lumineszenz

Die physikalische Erscheinung der Lumineszenz wird allgemein definiert als optische Strahlung eines physikalischen Systems, die beim Übergang von einem angeregten Zustand zum Grundzustand entsteht (KRBETSCHKE et al. 1997).

Die Datierung mittels „Optisch Stimulierter Lumineszenz“ (OSL) vermag neben der Datierung der Mineralneubildung (Kalkausscheidungen, Fossilien) oder der Bestimmung eines thermischen Ereignisses (magmatische Gesteine, Keramik) auch den Zeitpunkt zu ermitteln, wann ein Sediment im Zuge von Transportprozessen zum letzten Mal belichtet wurde. Es lässt sich somit datieren, wann ein Sediment um- und am heutigen Fundort abgelagert wurde, sofern es dort von weiteren Sedimenten überdeckt und bis zur Messung im Lumineszenzlabor nicht wieder dem Licht ausgesetzt wurde.

3.1 Die historische Entwicklung der Lumineszenzdatierung

Die Lumineszenzdatierung hat ihren Ursprung in der Anwendung von Thermolumineszenz (TL) zur Alterseinschätzung von antiken Keramiken. Bereits in den 1950er Jahren nutzten DANIELS et al. (1953) die Tatsache, dass sich durch die Nullstellung des Lumineszenzsignals beim Brennen des Tons das Herstellungsalter bestimmen lässt. Bei archäologischen Funden von Tonscherben lässt sich somit das Alter von Siedlungsplätzen oder die Echtheit der Funde ermitteln. Essentiell für die Anwendung der Thermolumineszenz war die Entwicklung leistungsstarker Photomultiplier, um die Lumineszenzsignale überhaupt detektieren zu können. Erweitert wurde die Anwendung der Lumineszenzdatierung bald auf vulkanisches Material. In den 1970er Jahren wurden die heute gebräuchlichen Methoden der Grobkorn- und Feinkorn-Datierung entwickelt (FLEMING 1970: Grobkorn-Quarz, ZIMMERMAN 1971: Feinkorn-Quarz, MEJDAHL 1979: Grobkorn-Feldspat).

Der wesentliche Schritt zur Anwendung der Lumineszenzmethode bei Sedimenten war in der Erkenntnis gegeben, dass durch die Sonnenlichtexposition, etwa beim äolischen Transport, der natürliche Dosimeter ebenso zurückgestellt wird wie beim Erhitzungsprozess (SHELKOPLYAS und MOROZOV 1965).

Mitte der 1980er Jahre erkannten HUNTLEY et al. (1985), dass die Emission von Licht nicht nur durch die thermische, sondern auch durch die optische Anregung mittels Licht bestimmter Wellenlängen erfolgen kann. Erste Messungen von Optisch Stimulierter Lumineszenz von Quarz und Feldspat erfolgten mit Hilfe von Argon-Ion-Lasern, bis die Entwicklung von kostengünstigeren Stimulationsmöglichkeiten durch Filtersysteme und LE-Dioden zu einer Ausweitung der Anwendung führte (BØTTER-JENSEN et al. 2003).

Die Entwicklung der Single-Aliquot-Methode durch MURRAY und WINTLE (2000) führte zu immer präziseren und umfangreicheren Ergebnissen und die Ausweitung der Anwendung auf Sedimente fluvialer (FUCHS und LANG 2001, WALLINGA et al. 2001), mariner (BAILIFF und TOOLEY 2000), glazialer (RICHARDS 2000) und kolluvialer (REES-JONES 1995, LANG 1996, KADEREIT et al. 2002) Art. Jüngere Forschungsfortschritte wie die Einzelkorndatierung ermöglichen immer präzisere Aussagen über die Umlagerungsbedingungen eines Substrats.

3.2 Das Bändermodell als physikalisches Erklärungsmodell der Lumineszenz

Das Phänomen der Lumineszenz wird physikalisch durch das Energiebändermodell erklärt. Es verdeutlicht die verschiedenen Energiezustände der Elektronen im Kristallgitter und die Prozesse der Übergänge zwischen diesen.

Nach diesem Modell bilden die Energieniveaus der am Aufbau der Kristalle beteiligten Atome bandartige Strukturen aus. Der energetische Grundzustand wird durch das vollständig mit Elektronen besetzte Valenzband dargestellt. Dieses ist durch die „verbotene Zone“ vom Leitungsband, in dem die Elektronen frei beweglich sind, getrennt. In der „verbotenen Zone“ ist ein Aufenthalt für Elektronen nicht gegeben – sofern man von einem idealen Reinkristall ausgeht. In natürlich gewachsenen Kristallen existieren jedoch „Fallen“ – dies sind Gitterdefekte in Form von Fehlstellen (z. B. fehlende Sauerstoff- oder Silizium-Atome im SiO₂-Gitter eines Quarzkristalls), Zwischengitterplätzen oder Verunreinigungen durch Fremdatome (BØTTER-JENSEN et al. 2003). Diese stellen innerhalb der „verbotenen Zone“ diskrete Energieniveaus dar, die eine Aufenthaltsmöglichkeit für Elektronen bieten.

Abbildung 2 stellt einen einfachen der zahlreichen möglichen Prozessabläufe dar: Ein Elektron des Valenzbandes wird durch einstrahlende Energie aktiviert, als Folge wechselt das Elektron vom Valenzband in das Leitungsband und hinterlässt im Valenzband eine positive Energiemulde (Defektelektron, positives Loch). Nach der Aktivierung können sowohl das Elektron als auch das positive Loch als freie Potentiale wandern. Durch Fixierung des Elektrons (z. T. auch des positiven Lochs) in „Fallen“ wird die Rekombination verhindert (WAGNER 1995). Somit können die Elektronen dort über geologisch relevante Zeiträume verweilen. Die Verweildauer ist abhängig von der „Fallentiefe“, also dem Abstand der Elektronen Falle zum Leitungsband. In tiefen Fallen verweilen die Elektronen länger, es muss umso mehr Energie (E_a) zugeführt werden, um ein Anheben in das Leitungsband zu ermöglichen.

Bei der Lumineszenzdatierung macht man sich zunutze, dass durch Anregung des Kristalls in Form von Wärme oder Licht die gespeicherten Elektronen nach erneutem Transport rekombinieren und ihre gespeicherte Energie in Form eines Lichtsignals emittieren (direkte Rekombination erster Ordnung). Dies wird möglich, da die Elektronen durch die Rekombination einen energetisch niedrigeren Zustand einnehmen, so dass ein Teil ihrer Energie in Form von Wärme und Licht abgegeben werden kann. Die Wellenlänge des emittierten Lichts ist abhängig von der Struktur und chemischen Zusammensetzung des Minerals sowie der Art der Fallen und Rekombinationszentren (LANG 1996). Die Intensität des Lumineszenzsignals korreliert mit der Anzahl der gespeicherten Elektronen, die wiederum in Relation steht zur Dauer des Lichtabschlusses und zur Intensität der Anregungsenergie.

Die Anregung durch Licht erfolgt nicht nur im Lumineszenzlabor, sondern sobald das Material dem Sonnenlicht ausgesetzt ist; etwa beim Transport des Sedimentes. Auch dabei werden die Elektronen angeregt und emittieren ein Lichtsignal. Das seit der letzten Deposition und Überdeckung akkumulierte Lumineszenzsignal wird dadurch gelöscht und kann sich erst unter Ausschluss von Anregungsenergie und unter Einfluss von ionisierender Strahlung im Sedimentkörper neu aufbauen.

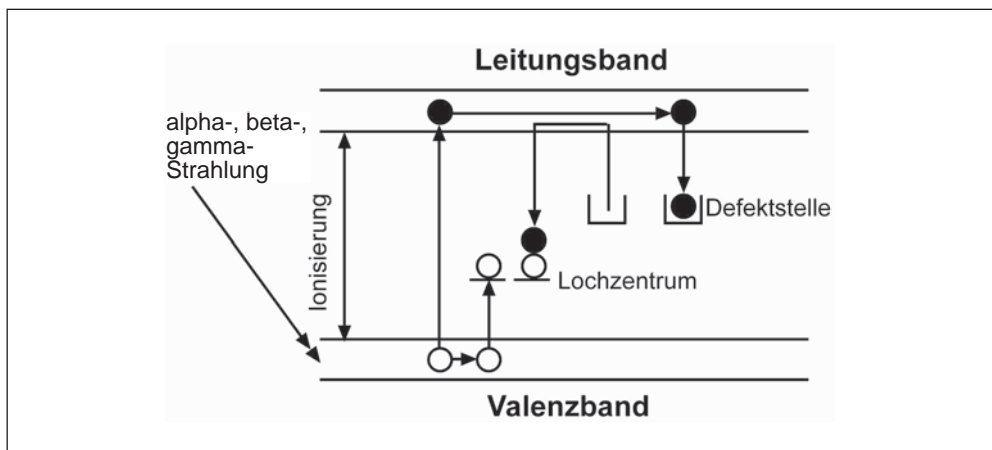


Abb. 2 Das Bändermodell. Schematische Darstellung des Einfangens eines Elektrons in einem Mineral, hervorgerufen durch das Einwirken ionisierender Bestrahlung. Verändert nach GRÜN 1989.

3.3 Vorbereitung einer Lumineszenzmessung

Eine wohl vorbereitete Probenahme ist die wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Datierung. Eine grundlegende Rolle spielt bei der Auswahl der Proben die Geomorphologie des Arbeitsgebietes. Sie entscheidet darüber, wie repräsentativ eine Probe für die zu treffende Aussage ist. Zudem sollte bereits im Gelände eine Einschätzung darüber erfolgen, welcher Transportprozess überhaupt zur Ablagerung geführt hat, insbesondere dann, wenn eine paläoklimatische Interpretation der Alter erfolgen soll. Eine detaillierte Dokumentation des Profils sowie eine erste Einschätzung der Stratigraphie, etwa durch Paläoböden, ist hilfreich. Des Weiteren sollte bedacht werden, dass durch eine Erhöhung der Probenzahl pro Profil – und auch über die Fläche – die Aussagekraft der Daten erheblich gesteigert werden kann.

Die eigentliche Probenahme erfolgt mit lichtdichten Stahlzylindern oder mittels Bohrgerät, hierbei ist darauf zu achten, dass die Probe keinesfalls dem Tageslicht ausgesetzt werden darf, um eine Verfälschung der Alter zu vermeiden.

Im Labor werden die Sedimentproben unter gedämpftem Rotlicht – um eine unerwünschte Auslösung von Lumineszenz zu verhindern – aufbereitet. Nach dem Trocknen und Aussieben der gewünschten Korngröße werden die Proben mit Salzsäure (HCl 10%), Wasserstoffperoxid (H₂O₂ 10%) und Natrium-Oxalat (Na₂C₂O₄ 0,01 N) behandelt, um vorhandene Karbonate und organisches Material zu entfernen und Tonaggregate zu dispergieren. Um verschiedene datierbare Mineralanteile des Sandes zu separieren, erfolgen anschließend Schwetrennungen mit Natriumpolywolframatlösungen [Na₆(H₂W₁₂O₄₀)*H₂O]. Quarze werden im letzten Schritt mit Flusssäure geätzt, um die von der α -Strahlung beeinflusste äußere Rinde weitgehend zu entfernen und um Kontamination mit Plagioklasen auszuschließen. Zur Lumineszenzmessung werden Teilproben (Aliquots) präpariert, indem der fertig aufbereitete Sand von Hand auf mit Silikon spray behandelte Probenträger appliziert wird (Abb. 3).



3.4 Durchführung einer Messung

Abbildung 4 verdeutlicht die Funktionsweise eines Lumineszenzmessgerätes. Der Probenhalter ermöglicht es, 48 Teilproben (Aliquots) in einem Messdurchgang zu messen. Die Plättchen werden von einer β -Quelle ($^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$) mit bestimmten Strahlungseinheiten bestrahlt, um eine für jede Probe charakteristische künstliche „Alterungskurve“ zu simulieren, anhand derer das natürliche Lumineszenzsignal in Beziehung zur aufgenommenen Strahlendosis gesetzt werden kann. Anschließend wird die Probe im Lifter aufgehiezt, angehoben und durch die Leuchtdioden stimuliert. Die Lumineszenz wird mit dem Photomultiplier, dem ein Filtersatz vorgeschaltet ist, detektiert und von einem angeschlossenen Rechner in Form einer Ausleuchtcurve (Abb. 5) aufgezeichnet.

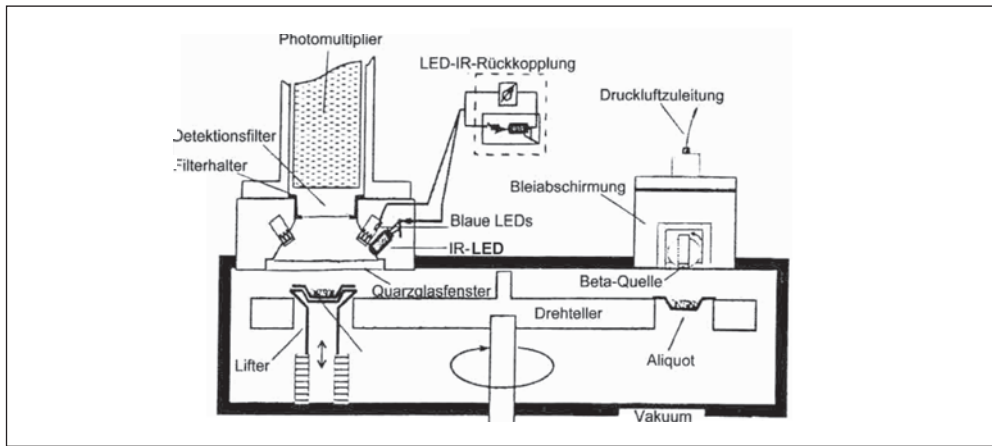


Abb. 4 Schematische Skizze des Lumineszenzmessgeräts. Quelle: FUCHS 2001, S. 85.

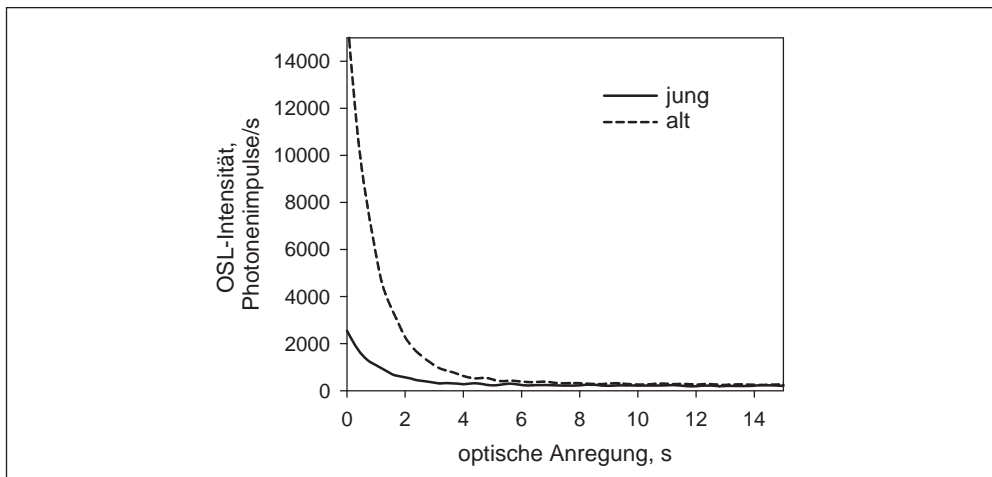


Abb. 5 Vergleich der Ausleuchtcurven einer jungen und einer alten Probe während der Lumineszenzmessung

Nach nur wenigen Sekunden sind bereits alle Elektronen aus ihren Fehlstellen freigesetzt, und die Kurve geht in ein Hintergrundrauschen über. Bei der jungen Probe sind erst wenige Elektronen eingefangen und erzeugen ein deutlich schwächeres OSL-Signal.

3.5 *Natürliche Radioaktivität in Sedimenten: Der Faktor Zeit*

Um aus dem gemessenen Lumineszenzsignal eine Aussage auf das Alter abzuleiten, muss der Faktor Zeit einbezogen werden. Die auf ein Sediment einwirkende Strahlung pro Zeiteinheit (Dosisleistung D_0) setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen: der externen Sedimentdosisleistung des umgebenden Materials, der internen Dosisleistung des Mineralkorns und der kosmischen Dosisleistung resultierend aus der natürlichen Strahlung in der Atmosphäre.

Die ionisierende Strahlung in Sedimenten (interne und externe D_0) beruht im Wesentlichen auf dem Zerfall der natürlich vorkommenden Radioisotope ^{235}U , ^{238}U und ^{232}Th sowie von ^{40}K . Beim Zerfall dieser instabilen Nuklide in leichtere Atomkerne wird α - β - und γ -Strahlung emittiert (Abb. 1). Die Ermittlung der Dosisleistung kann über eine Reihe von Methoden erfolgen, die entweder über direkte Messverfahren die α -, β -, und γ -Komponenten der Dosisleistung erfassen oder aber per Elementanalyse die Uran-, Thorium- und Kalium-Gehalte bestimmen.

4. **Klima- und Landschaftsgeschichte in Australien: Ein aktuelles Forschungsbeispiel**

4.1 *Fragestellung*

Dünen sind wichtige terrestrische Archive, die vielfältige Paläoumweltbedingungen speichern können. Dünen sind nur aktiv, wenn eine stabilisierende Vegetationsdecke fehlt oder nur spärlich vorhanden ist; dies ist der Fall in ariden/semiariden Gebieten oder z. B. in ariden Klimaphasen in heute humiden Arealen. Aber auch nicht direkt klimagesteuerte Faktoren, wie das Sandangebot im Liefergebiet der Dünen, spielen eine Rolle bei der Dünenentwicklung. Sind die in den Dünen gespeicherten Informationen abrufbar und zeitlich zuzuordnen, können wichtige Aussagen über Veränderungen der Paläovegetationsbedeckung, Paläoniederschlagsverhältnisse und Paläowindrichtungen gewonnen werden – Informationen, die auch für die Modellierung der zukünftigen Klimaentwicklung von Bedeutung sein können.

Die Kombination der OSL-Datierung von Sedimenten mit der Charakterisierung der Sedimente bezüglich des Transportmediums und der Ablagerungsbedingungen, etwa über Korngrößenanalyse, kann letztlich die Frage „**Wann** passierte **was**?“ klären. Ein aktuelles Beispiel eines Forschungsprojektes, welches sich dieses Ansatzes bedient, befasst sich mit der Rekonstruktion der Klima- und Landschaftsgeschichte im südlichen Australien in den letzten 300 000 Jahren.

Hierzu wurden zwei Untersuchungsgebiete (Abb. 6) ausgewählt. Über den Vergleich der Ergebnisse aus beiden Untersuchungsgebieten soll untersucht werden, ob äolische Aktivitätsphasen in den Untersuchungsgebieten zeitgleich oder zeitlich versetzt auftreten. In der Zusammenschau sollen Aussagen über die Veränderung der atmosphärischen Zirkulation über dem südlichen Australien im Laufe der Glazial-Interglazial-Zyklen im jüngeren und mittleren Quartär getroffen werden. Bisher deuten Untersuchungen an Dünen in der Simpson-Wüste (NANSON et al. 1995, HOLLANDS et al. 2006) und von Staubeinträgen in die Tasmanische

See (HESSE 1994) darauf hin, dass es während der Glaziale zu einer Nordwanderung der subtropischen Antizyklone und des Westwindgürtels in Zentral- und Ostaustralien kam. Nach IRIONDO (1999) ist dies auf eine Ausdehnung der antarktischen Antizyklone während der Glaziale zurückzuführen, infolge dessen die angrenzenden Windgürtel nach Norden verschoben wurden. Für die jetzigen Winterregengebiete in Südaustralien (Untersuchungsgebiet Murray-Becken) würde das einen Anstieg der Niederschläge während der Glaziale bedeuten, einhergehend mit geringerer Dünenaktivität im Vergleich zu den Interglazialen.

4.2 Die Untersuchungsgebiete

4.2.1 Das westliche Murray-Becken

Das Arbeitsgebiet im westlichen Murray-Becken (Abb. 6) befindet sich im südöstlichen Teil Südaustraliens zwischen 34° und 36° südlicher Breite und zwischen $139^{\circ}40'$ und $140^{\circ}30'$ östlicher Länge. Aktuell erhält das Gebiet ca. 250–400 mm Jahresniederschlag und gehört damit der semiariden Klimazone an. Die Niederschläge fallen hauptsächlich im Winter, wenn sich das Gebiet im Einfluss der Westwinddrift befindet. Im Sommer bestimmt die subtropische Antizyklone das Wetter. Die im Murray-Becken vorkommenden Dünen sind heute durch vollständige Vegetationsbedeckung stabilisiert, sie zeugen aber von intensiver äolischer Aktivität und trockeneren Bedingungen in der Vergangenheit.

Durch die Lage am Wüstenrand ist zu erwarten, dass die Umwelt in diesem Untersuchungsgebiet sensibel auf Klimaschwankungen reagiert. Die Dünen im Murray-Becken eignen sich somit hervorragend zur Rekonstruktion vergangener Klima- und Umweltbedingungen, da diese Veränderungen hochauflösend in ihnen gespeichert werden.

Durch die Datierungen und die Korngrößenanalysen soll geklärt werden, wann die Dünenbildung im Untersuchungsgebiet begann und endete und ob die Sande in Phasen oder kontinu-

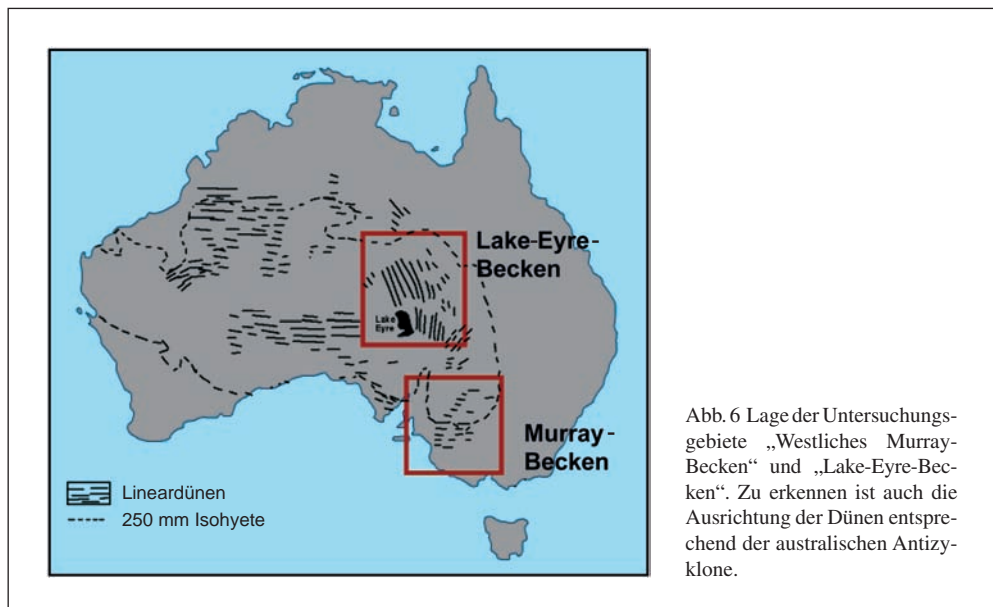


Abb. 6 Lage der Untersuchungsgebiete „Westliches Murray-Becken“ und „Lake-Eyre-Becken“. Zu erkennen ist auch die Ausrichtung der Dünen entsprechend der australischen Antizyklone.

ierlich abgelagert wurden. Von besonderem Interesse ist die unterschiedliche morphologische Ausgestaltung der Dünen im Untersuchungsgebiet. Im nördlichen Teil dominieren Lineardünen, im südlichen Teil des Beckens parabelähnliche Formen. Ob dies bedingt ist durch eine Entstehung der Dünen während unterschiedlicher Klimabedingungen oder aber durch ein variierendes Sandangebot im Liefergebiet der Dünen, soll ebenfalls geklärt werden.

4.2.2 Das Lake-Eyre-Becken

Das Lake-Eyre-Becken (Abb. 6) mit der Strzelecki-Wüste und der Simpson-Wüste ist ein riesiges endorhëisches Drainagesystem im ariden Zentrum Australiens. Das Arbeitsgebiet befindet sich im Südosten des Beckens, etwa zwischen 29° und 26° südlicher Breite und zwischen 138° 30' und 141° 00' östlicher Länge. Der Niederschlag im Arbeitsgebiet ist stark variabel und beträgt ca. 100–150 mm/Jahr. Bei den Dünen im Lake-Eyre-Becken handelt es sich überwiegend um Lineardünen, die Teil eines kontinentweiten Dünenwirbels sind (siehe Abb. 2), welcher die subtropische Antizyklone nachzeichnet.

Die Dünen im Untersuchungsgebiet sind heute sporadisch aktiv und waren es auch, eventuell mit Unterbrechungen, in der Vergangenheit. Als Sandquellen für die Dünen fungieren die Ablagerungen großer Flusssysteme, die ihren Ursprung im tropischen, monsunbeeinflussten Norden Australiens haben.

Im Vordergrund der Fragestellung steht auch in diesem Arbeitsgebiet der Beginn der Dünengenese. Zur Beantwortung dieser Frage wurde an einigen Standorten die Dünenbasis und der fluvio-lakustrine Untergrund der Dünen beprobt. Über die Beprobung und Datierung weiterer fluvialer Sedimente in den Dünengassen und Schwemmflächen, die den Dünen zwischen- und vorgeschaltet sind, sollen Erkenntnisse über die Interaktion fluvialer und äolischer Prozesse gewonnen werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Altersstellung karbonatisierter Wurzelhorizonte, die an einigen Standorten den Dünensanden zwischengeschaltet sind. Sie zeugen von dichter Vegetationsbedeckung der Dünen unter feuchteren Klimabedingungen. Ob die Wurzelhorizonte aber überall zur gleichen Zeit entstanden sind, ist bisher unklar. Mit der Lumineszenzdatierung kann zwar nicht die Entstehung dieser Wurzelhorizonte datiert werden, durch die Altersbestimmung der über- und unterlagernden Dünensande kann ihr Entstehungszeitraum aber zumindest eingegrenzt werden.

4.3 Ergebnisse der Studie

Abbildung 7 zeigt den Vergleich von insgesamt 70 Dünensandaltern von verschiedenen Dünenprofilen aus dem Murray-Becken und von der Eyre-Halbinsel. Jeder Peak repräsentiert dabei ein Cluster von OSL-Daten. In diesen Zeitabschnitten kam Sand zur Ablagerung und wurde vor nachfolgenden Erosionsereignissen geschützt. Dies deutet entweder auf eine anschließende Stabilisierung der Dünenkörper durch verstärkte Vegetationsbedeckung in nachfolgenden feuchteren Abschnitten hin oder auf eine so massive Akkumulation, dass bei erosiven Prozessen nicht das gesamte Sedimentpaket aufgezehrt wurde. Eine Kombination aus beiden ist wohl wahrscheinlich. Der Vergleich der Murray-Becken-Daten mit denen der Eyre-Halbinsel zeigt, dass einige massive Akkumulationsphasen in beiden, 400 km auseinander liegenden Regionen zeitgleich auftraten. Dies macht es sehr wahrscheinlich, dass hier überregional wirksame Veränderungen die steuernde Kraft der Klimabedingungen waren, zumal die Sandanlieferung in beiden Gebieten unterschiedlich geregelt ist.

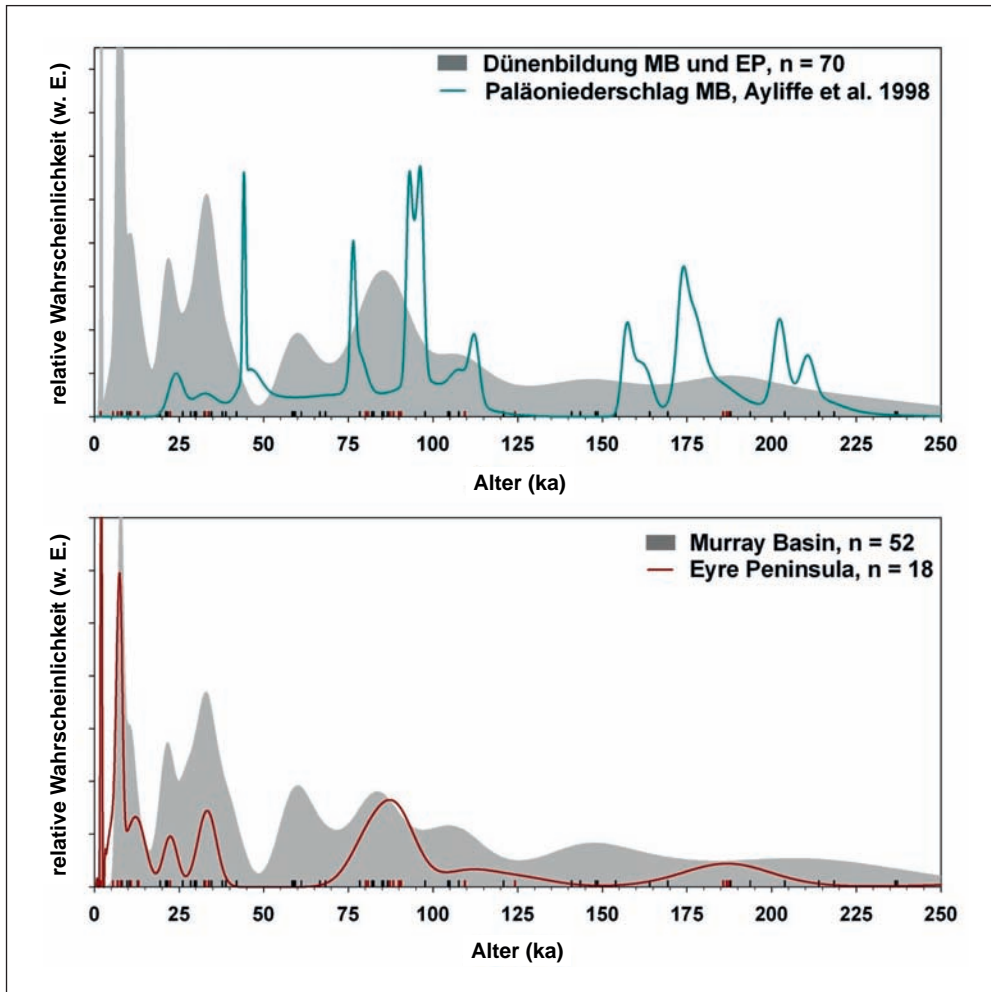


Abb. 7 Ergebnisse der OSL-Datierung an australischen Dünensanden

Werden die Dünensandakkumulationsphasen dem Paläoniederschlagsrekord (ermittelt über Sinter in den Naracoorte-Höhlen in Südastralien, AYLIFFE et al. 1998) gegenübergestellt (Abb. 7), ist ein deutlicher Trend zu beobachten: massive Dünensandakkumulation in den trockenen Phasen, keine oder kaum Sandakkumulation in den feuchten Phasen.

Die bis dato gewonnenen Ergebnisse der Datierung des Lineardünenfeldes deuten zudem auf deutliche Dünenbildungsphasen zwischen 100 und 35 ka hin, die in Verbindung mit der Zyklizität der Insolation auf der Südhalbkugel gebracht werden können (BERGER und LOUTRE 1991). Phasen hoher äolischer Aktivität scheinen hierbei mit Insolationsminima zusammenzufallen. Diese wiederum treffen zeitlich mit Phasen hoher Temperaturen auf der Südhalbkugel zusammen. Dies deutet auf eine meridionale Verschiebung der Westwindzone und der subtropischen Antizyklone im Verlauf des jüngeren Quartärs hin. In warmen Phasen kam es hierbei wahrscheinlich zu einer Südwanderung der beiden Windgürtel, in kalten Phasen hingegen zu einer Nordwanderung.

5. Die obere Altersgrenze der OSL-Datierung und Ansätze zu ihrer Überwindung

Es sind besonders die hohen Alter, bei der die OSL-Methode an ihre Grenze stößt. Zurückzuführen ist dies u. a. darauf, dass die Anzahl der Elektronenfallen im Kristall begrenzt ist. Die vollständige Belegung aller Fallen im Laufe der Zeit stellt die maximale Speicherung von Elektronen, also die Datierungsobergrenze dar. Werden pro Zeiteinheit viele Elektronen durch die ionisierende Strahlung in die Fallen verlagert, tritt die Sättigung relativ schnell ein. In Sedimenten mit einer niedrigen Dosisleistung können demnach höhere Alter bestimmt werden als in Sedimenten mit hoher Dosisleistung.

Abbildung 7 zeigt, dass auch bei der Studie in Australien die Zuordnung der OSL-Alter zu bestimmten Phasen jenseits der 200 000 Marke immer undeutlicher ausgeprägt ist. Die Ausweitung des Datierungsbereichs über diesen Bereich hinaus ist ein zentrales Forschungsthema in der Lumineszenzdatierung.

Eine mögliche Alternative zur Datierung von Quarzen ist die Datierung von Feldspäten, deren Sättigungsdosis – welche das maximal datierbare Alter bestimmt – unter bestimmten Rahmenbedingungen signifikant höher liegt (2000 bis 5000 Gy im Vergleich zu 300–350 Gy für Quarz, PREUSSER 2003). Allerdings weisen Feldspäte eine höhere Verwitterbarkeit als Quarze auf, so dass diese in sehr alten Sedimenten kaum noch vorhanden sind. Zudem kann diese Fraktion einen Signalverlust über den Ablagerungszeitraum aufweisen, welcher zu einer Altersunterbestimmung führen würde. Tests, ob dieses Phänomen auftritt, sowie Korrekturverfahren werden diskutiert (BALESCU et al. 2001, HUNTLEY und LAMOTHE 2001).

Weitere Verfahren, die zur Ausweitung der Datierungsgrenze führen könnten, werden erforscht, sind bisher aber noch nicht etabliert, wie z. B. die des „Recuperated OSL“ (WANG et al. 2006) und „Isothermal TL“ (BUYLAERT et al. 2006).

Ein weiteres aktuelles Forschungsprojekt widmet sich der Auslotung des Potentials der Elektronenspinresonanz (ESR)-datierung für sedimentäre Quarze. Die ESR-Datierung hat ihre hauptsächliche Anwendung an Korallen, Höhlensintern, Muscheln und Zähnen und soll im Folgenden in ihren Grundlagen erläutert werden.

6. Die Elektronenspinresonanz (ESR)-Datierung

Die Elektronenspinresonanz (ESR)-Spektroskopie als eine weitere strahlendosimetrische Datierungsmethode ermöglicht die Messung strahlungsinduzierter, paramagnetischer Zentren in Defektstellen des atomaren Gitterbaus. Sie beruht, wie die Lumineszenz, auf dem physikalischen Prinzip, dass durch ionisierende Strahlung Gitterdefektstellen im Mineral mit Ladungsträgern (ungepaarte, „freie“ Elektronen) besetzt werden. Der Unterschied zur Lumineszenz ist, dass diese ungepaarten Elektronen paramagnetische Zentren bilden, die durch die ESR-Spektroskopie direkt an der charakteristischen Defektstelle eines Minerals gemessen werden können. Je höher die Anzahl der einzeln auftretenden Elektronen in Defektstellen, desto höher ist das detektierte, relative ESR-Signal und desto älter ist das Mineral, welches als Dosimeter fungiert.

Im Wesentlichen lassen sich alle Mineralien datieren, die bei ionisierender Strahlung paramagnetische Zentren bilden. Besonders gut eignen sich kalkhaltige Sedimente und organogene Karbonate, wie Aragonit und Kalzit (fossile Mollusken, Korallen, fossile Zähne und Knochen, Höhlensinter, Stalagmiten), als auch silikatische Mineralien (Quarze und Feuerstein).

Werden mehrere Teilproben des Datierungsmaterials künstlich bestrahlt, kann mithilfe dieser künstlich gealterten Proben eine in die Vergangenheit extrapolierte Beziehung hergestellt werden (*Multiple Aliquot Additive Method*: MAAD), wodurch sich die akkumulierte Energiedosis (D_e) bestimmen lässt. Ein anderes Verfahren, die „Multiple Aliquot Regenerative“-Methode (MARD) kann nur bei Quarzsedimenten angewandt werden, bei denen sich das natürliche Signal durch natürliches Sonnenlicht auf Null setzen lässt. Hierbei errechnet sich die D_e ebenso wie in der Lumineszenz durch Intrapolation des natürlichen Signals. Das endgültige ESR-Alter errechnet sich wie bei der Lumineszenzdatierung aus der Division der mittels ESR-Signal rekonstruierten Äquivalenzdosis durch die pro Zeiteinheit auf das Mineral einwirkende natürliche radioaktive Strahlung (Dosisleistung).

Die obere Datierungsgrenze der ESR-Methode ist abhängig von dem Sättigungsgrad der endlichen Defektstellen in einem Mineral, d. h., sie ist erreicht, wenn nahezu alle Defektstellen mit Ladungsträgern besetzt sind. Je nach Material und Intensität der Strahlenbelastung kann sich der Datierungsbereich zwischen Jahrzehnten und Jahrtausenden, bis hin zu einer Million Jahre erstrecken. Einen Überblick über die methodischen Grundlagen von ESR-Datierungen gibt JONAS (1997).

6.1 Die historische Entwicklung der ESR-Datierung

Die Grundlagen für die Methode wurden 1936 entdeckt (GORTER 1936). Erstmals für Datierungszwecke herangezogen wurde die ESR-Spektroskopie von ZELLER, LEVI und MATTERN (1967), und sie konnte von IKEYA (1975) erfolgreich zur Datierung von Höhlensintern eingesetzt werden. In der Folgezeit fand die Methode zunehmend Interesse in den Anwendungsbereichen der Geologie, Geomorphologie und Archäologie. Die ESR-Datierung fossiler Mollusken wurde erstmals 1981 von RADTKE et al. (marine Terrassen, Mittelitalien) sowie IKEYA und OHMURA (marine Terrassen, Japan) durchgeführt.

Während der letzten Jahre wurde das Verfahren substantiell weiterentwickelt, und die Qualität der Altersergebnisse verbesserte sich stark. Neben technischen Fortschritten wie sensibleren ESR-Spektrometern änderten sich die methodischen Vorgehensweisen in Bezug auf die Berechnung der zeitabhängigen Dosisrate.

So konnten bei Datierungen an Korallen nicht nur chronostratigraphische Unterscheidungen der marinen Sauerstoffisotopenstufen 1, 5, 7, 9 und 11, sondern auch der Submaxima des letzten Interglazials (5e1, 5e2, 5e3, 5c, 5a1 und 5a2) ermittelt werden (SCHELLMANN und RADTKE 2004).

Die Elektronenspinresonanz-Altersbestimmungsmethode stellt mittlerweile bei geochronologischen Untersuchungen zu litoralen Formen und Ablagerungen, wie z. B. Korallenriffen, Strandwallsystemen und Äolianiten, eine wichtige alternative Datierungsmethode dar. So kann inzwischen durch die gesteigerte Qualität der Ergebnisse die ESR-Datierung an Karbonaten mit der Th/U- oder der ^{14}C -Datierungsmethode verglichen werden.

Die ESR-Datierung von sedimentärem Quarz ist hingegen noch auf einem experimentellen Niveau. Die detektierbaren Zentren Al als auch Ti mit seinen Subzentren Ti-Li und Ti-H konnten bei vorläufigen Auswertungen kein einheitliches ESR-Alter produzieren. Alle vier Zentren ergaben unterschiedliche D_e -Werte und müssen weiterhin auf ihre Eignung überprüft werden.

6.2 Physikalische Grundlagen der Elektronenspinresonanz

Unter Elektronenspin versteht man vereinfacht die Eigendrehung der Elektronen. Diese Drehung erzeugt ein magnetisches Feld um das Elektron herum. Daher kann ein Elektronenspin als magnetisches Moment aufgefasst werden. Treten Elektronen gepaart auf, heben sich ihre beiden magnetischen Momente gegenseitig auf. Das magnetische Moment wird nach außen durch die ESR-Spektroskopie nur dann sichtbar, wenn sich die Elektronenspins nicht gegenseitig aufheben, sondern ungepaart auftreten, wie es bei den Elektronen in den in 3.2 beschriebenen Elektronenfallen zu beobachten ist. Diese paramagnetischen Zentren, die in ein und demselben Kristall auf unterschiedlichen Energieniveaus liegen können, lassen sich durch den sogenannten „g-Wert“ energetisch charakterisieren.

Um die Spinkonzentration messen zu können, wird anhand zweier Magneten ein äußeres Magnetfeld angelegt, woraufhin sich die Präzessionsbewegung der Spinachse wie ein Kreisel um die Magnetfeldrichtung ausrichtet. Die Frequenz der Präzessionsbewegung ist proportional zum zentrumsspezifischen g-Wert und zur Stärke des angelegten Feldes (WAGNER 1995). Wird nun senkrecht zum Magnetfeld eine Mikrowelle mit gleicher Frequenz eingestrahlt, führt dies zu einer Resonanzerscheinung und die Drehrichtung des Elektronenspins kehrt sich quantenmechanisch um (Abb. 8). Bei diesem Prozess, der auch „Spinflip“ genannt wird, wird ein Teil der von der Mikrowelle aufgebrachten Energie absorbiert. Der Grad der absorbierten Mikrowellenenergie – also die Höhe des ESR-Signals – spiegelt die Konzentration der Zentren dieser Art wider. Diese Signalamplitude, auch Signalintensität genannt, ermittelt sich aus dem Abstand zwischen den einzelnen Hauptsignalen (Abb. 9). Einen Überblick über die methodischen Grundlagen von ESR-Datierungen gibt JONAS (1997).

6.3 Potential der ESR als Datierungsmethode für sedimentäre Quarze

In einem aktuellen Forschungsprojekt wird das Potential der ESR-Spektroskopie als Datierungsmethode an pleistozänem sedimentärem Quarz systematisch getestet. Die Studie beruht auf den Erkenntnissen von BEERTEN (2005), der anhand von Einzelkornuntersuchungen nachweisen konnte, dass sich das Ti-Zentrum im Zuge von Transportprozessen vollständig bleichen lässt und potentiell für Datierungen geeignet ist. Durch das Sättigungsverhalten des Al- und Ti-Zentrums können mittels der ESR-Spektroskopie Sedimente über den Zeitraum des gesamten Quartärs datiert werden, sollte sich diese Methode an Quarzsedimenten in der Zukunft etablieren.

Da sich die ESR-relevanten Zentren von Aluminium und Titan im Gegensatz zu den von der Lumineszenz untersuchten Zentren relativ langsam „bleichen“ lassen und da die Methode an Sedimenten noch nicht ausreichend untersucht ist, müssen zwei Voraussetzungen für das zu wählende Material gegeben sein: (1.) äolische Ablagerung und (2.) unabhängige Alterskontrolle. Außerdem sollte das Material alt genug sein, um für die ESR-Methode potentiell verlässlich zu sein (ca. > 30 Gy).

In einem ersten Ansatz wurden demnach möglichst alte Proben aus dem erwähnten australischen Arbeitsgebiet untersucht. Alle Proben wurden nach der MAAD- als auch der MARD-Methode ausgewertet („multiple grain“ mit 0,3 g Material pro Aliquot), wobei die Regeneration thermischem Erhitzen folgte (30 min/300 °C). Vorläufige Ergebnisse aus dieser Untersuchung zeigen in der Bestimmung der Äquivalenzdosis nach der MARD systematische Unterbestimmungen für das Ti-H-Zentrum und systematische Überbestimmungen für das Ti-Li-Zentrum. Daten zur Auswertung des Al-Zentrums liegen noch nicht vor. Dagegen zeigte

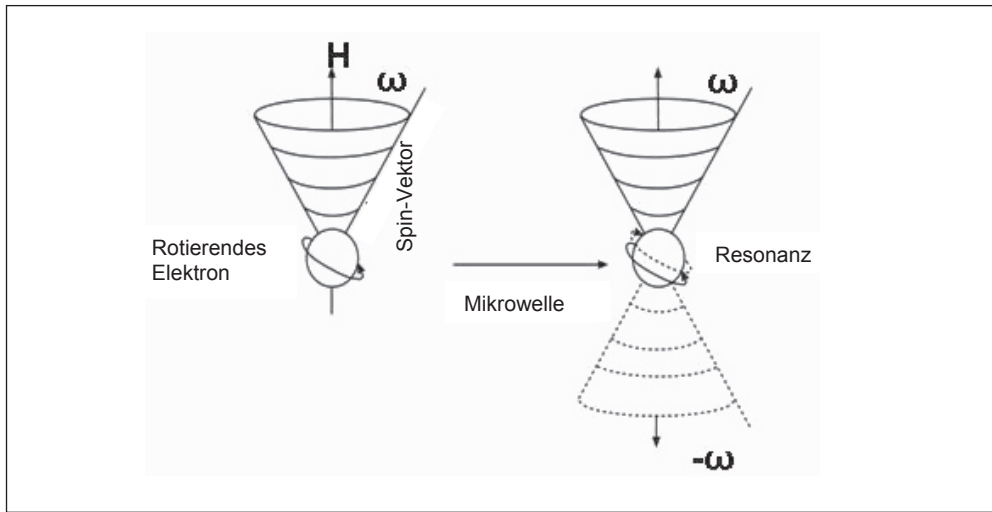


Abb. 8 Schematische Darstellung der Elektronenspinresonanz. Die Präzessionsbewegung des un gepaarten Elektrons richtet sich wie ein Kreisel um die Magnetfeldrichtung (H) aus. Senkrecht zum Magnetfeld wird eine Mikrowelle mit bestimmter Frequenz eingestrahlt. Die Drehrichtung des Elementarmagnetes kehrt sich um. (Quelle: verändert nach WAGNER 1995)

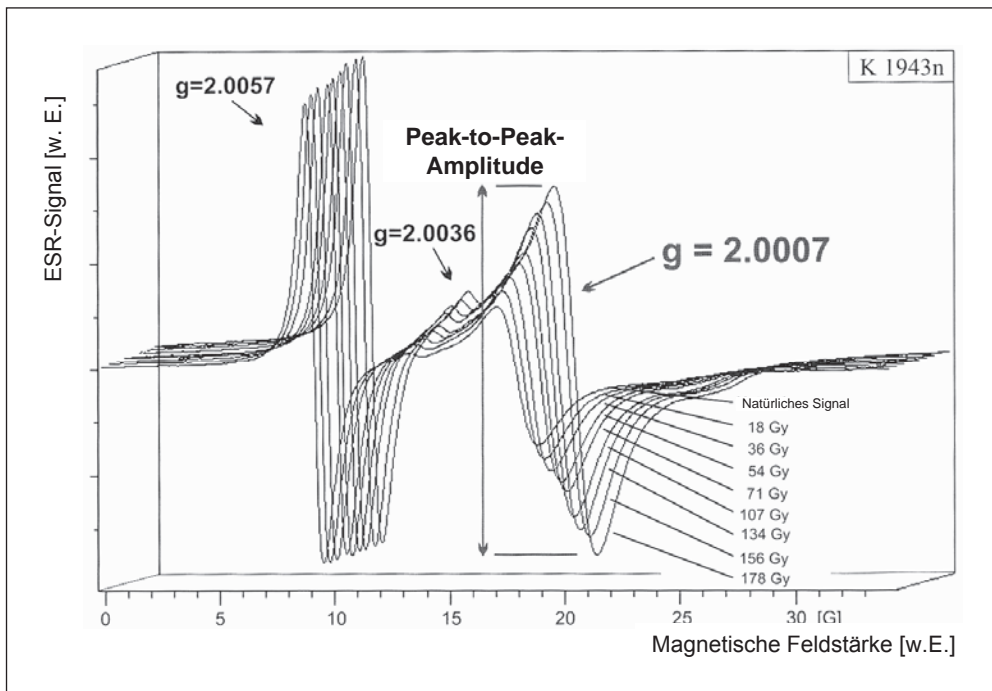


Abb. 9 Anstieg des ESR-Signals einer künstlich mit ^{60}Co bestrahlten Koralle. Quelle: SCHELLMANN und RADTKE 2004

ein ESR-Signal, das eine Überlappung beider Subzentren darstellt und hier allgemein als Ti-Zentrum bezeichnet werden soll, auffällige Übereinstimmungen mit den OSL-Kontrollwerten (ebenfalls „multiple grain“). Die Wachstumskurven nach der MAAD wiesen Inflexionspunkte auf, wonach eine Extrapolation der Kurve als nicht zuverlässig angesehen werden musste. In dem Vergleich der Daten mit OSL-Werten aus einer *Single-grain*-Untersuchung lagen die Übereinstimmungen jedoch bei den D_c -Werten, die aus der Auswertung des Signals des Ti-H-Zentrums bestimmt wurden.

Es werden Untersuchungen folgen, in denen die Einsetzbarkeit der einzelnen ESR-Signale weiterhin getestet wird. Sollte sich herausstellen, dass die ESR-Methode sedimentären Quarz zuverlässig datieren kann, so würde sie aufgrund der besonderen Eigenschaften der ESR-aktiven Zentren Al und Ti in Quarz weit über die Datierungsgrenze anderer Techniken, wie z. B. der Lumineszenzdatierungsmethode, reichen und den gesamten Zeitraum des Quartärs abdecken.

Literatur

- AITKEN, M. J.: An Introduction to Optical Dating – The Dating of Quaternary Sediments by the Use of Photon-stimulated Luminescence. Oxford: Oxford University Press 1998
- AYLIFFE, L. K., MARIANELLI, P. C., MORIARTY, K. C., WELLS, R. T., MCCULLOCH, M. T., MORTIMER, G. E., and HELLSTROM, J. C.: 500 ka precipitation record from southeastern Australia: Evidence for interglacial relative aridity. *Geology* 26, 147–150 (1998)
- BAILIFF, I. K., and TOOLEY, M. J.: Luminescence dating of fine-grain Holocene sediments from a coastal setting. In: SHENNAN, I., and ANDREWS, J. (Eds.): *Holocene Land-Ocean Interaction and Environmental Change around the North Sea*. Geological Society, London. Special Publications 166, 55–67 (2000)
- BALESCU, S., LAMOTHE, M., AUCLAIR, M., and SHILTS, W. W.: IRSL dating of Middle Pleistocene interglacial sediments from southern Quebec (Canada) using multiple and single grain aliquots. *Quaternary Science Reviews* 20, 821–824 (2001)
- BEERTEN, K.: The use of electron spin resonance for estimating sedimentation ages of single quartz grains. Ph.D. Thesis. Katholieke Universiteit Leuven 2005
- BERGER, A., and LOUTRE, M. F.: Insolation values for the climate of the last 10 million years. *Quaternary Science Reviews* 10, 297–317 (1991)
- BØTTER-JENSEN, L., MCKEEVER, S. W. S., and WINTLE, A. G.: *Optically Stimulated Luminescence Dosimetry*. Amsterdam: Elsevier 2003
- BUYLAERT, J. P., MURRAY, A. S., HUOT, S., VRIEND, M. G. A., VANDENBERGHE, D., DE CORTE, F., and VAN DEN HAUTE, P.: A comparison of quartz OSL and isothermal TL measurements on Chinese loess. *Radiation Protection Dosimetry* 119, 474–478 (2006)
- DANIELS, F., BOYD, C. A., and SAUNDERS, D. F.: Thermoluminescence as a research tool. *Science* 117, 343–349 (1953)
- FLEMING, S. J.: Thermoluminescence dating: refinement of the quartz inclusion method. *Archaeometry* 12, 133–145 (1970)
- FUCHS, M., and LANG, A.: OSL dating of coarse-grain fluvial quartz using single-aliquot protocols on sediments from NE Peloponnese, Greece. *Quaternary Science Reviews* 20, 783–787 (2001)
- GORTER, C. J.: Paramagnetic relaxation. *Nature* 137, 190 (1936)
- GRÜN, R.: *Die ESR-Altersbestimmungsmethode*. Heidelberg, Berlin: Springer 1989
- HESSE, P. P.: The record of continental dust from Australia in Tasman sea sediments. *Quaternary Science Reviews* 13, 257–272 (1994)
- HOLLANDS, C. B., NANSON, G. C., JONES, B. G., BRISTOW, C. S., PRICE, D. M., and PIETSCH, T. J.: Aeolian-fluvial interaction: Evidence for Late Quaternary channel change and wind-rift linear dune formation in the northwestern Simpson Desert. *Quaternary Science Reviews* 25/1–2, 142–162 (2006)
- HUNTLEY, D. J., GODFREY-SMITH, D. I., and THEWALT, M. L.: Optical dating of sediments. *Nature* 313, 105–107 (1985)

- HUNTLEY, D. J., and LAMOTHE, M.: Ubiquity of anomalous fading in K-feldspars, and the measurement and correction for it in optical dating. *Canadian Journal of Earth Sciences* 38, 1093–1100 (2001)
- IKEYA, M.: Dating a stalactite by electron paramagnetic resonance. *Nature* 255, 48–50 (1975)
- IKEYA, M., and OHMURA, K.: Dating of fossil shells with electron spin resonance. *Journal of Geology* 89, 247–251 (1981)
- IRIONDO, M. H.: Last Glacial Maximum and hypsithermal in the southern hemisphere. *Quaternary International* 62, 11–19 (1999)
- JONAS, M.: Concepts and methods of ESR dating. *Radiation Measurements* 27, 943–973 (1997)
- KADEREIT, A., LANG, A., MÜTH, J., HÖNSCHEIDT, S., and WAGNER, G. A.: IR-OSL-dated colluvial sediments as a key to Holocene landscape reconstruction. Case studies from SW-Germany. *Zeitschrift für Geomorphologie* 128, 191–207 (2002)
- KRBETSCHKE, M. R., GÖTZE, J., DIETRICH, A., and TRAUTMANN, T.: Spectral information from minerals relevant for luminescence dating. *Radiation Measurements* 27/5–6, 695–748 (1997)
- LANG, A.: Die infrarot-stimulierte Lumineszenz als Datierungsmethode für holozäne Lössderivate. *Heidelberger Geographische Arbeiten* 103 (1996)
- MEJDAHL, V.: Thermoluminescence dating: Beta-dose attenuation in quartz grains. *Archaeometry* 21, 61–72 (1979)
- MURRAY, A. S., and WINTLE, A. G.: Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements* 32, 57–73 (2000)
- NANSON, G. C., CHEN, X. Y., and PRICE, D. M.: Aeolian and fluvial evidence of changing climate and wind patterns during the past 100 ka in the western Simpson Desert, Australia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 113, 87–102 (1995)
- PREUSSER, F.: IRSL dating of K-rich feldspars using SAR protocol: Comparison with independent age control. *Ancient TL* 21, 17–23 (2003)
- RADTKE, U., HENNING, G., LINKE, W., and MÜNGERSDORF, J.: $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ and ESR-dating of fossil shells in Pleistocene marine terraces (Northern Latium, Central Italy). *Quaternaria* 23, 37–50 (1981)
- RICHARDS, B. W. M.: Luminescence dating of quaternary sediments in the Himalaya and High Asia: a practical guide to its use and limitations for constraining the timing of glaciation. *Quaternary International* 65/66, 49–61 (2000)
- REES-JONES, J.: Optical dating of young sediments using fine-grain quartz. *Ancient TL* 13/2, 9–15 (1995)
- SHELLMANN, G., and RADTKE, U.: The Marine Quaternary of Barbados. *Kölner Geographische Arbeiten* 81 (2004)
- SHELKOPLYAS, V. N., and MOROZOV, G. V.: Some results of an investigation of Quaternary deposits by the thermoluminescence method. *Materials on the Quaternary Period of the Ukraine*; pp. 83–90 (1965)
- WAGNER, G. A.: Altersbestimmung von jungen Gesteinen und Artefakten. Stuttgart: Enke 1995
- WALLINGA, J., MURRAY, A. S., DULLER, G. A. T., and TÖRNQVIST, T. E.: Testing optically stimulated luminescence dating of sand-sized quartz and feldspar from fluvial deposits. *Earth and Planetary Science Letters* 193, 617–630 (2001)
- WANG, X. L., LU, Y. C., and WINTLE, A. G.: Recuperated OSL dating of fine-grained quartz in Chinese loess. *Quaternary Geochronology* 1/2, 89–100 (2006)
- ZELLER, E., LEVY, P., and MATTERN, P.: Geologic dating by electron spin resonance. *Symposium on Radioactive Dating and Low Level Counting. Proceedings*; pp. 531–540. Wien: International Atomic Energy Agency 1967
- ZIMMERMAN, J.: The radiation induced increase of the 100°C TL sensitivity of fired quartz. *Journal of Physics C: Solid State Physics* 18, 3265–3276 (1971)

Prof. Dr. Ulrich RADTKE
Geographisches Institut der Universität zu Köln
Albertus-Magnus-Platz
50923 Köln
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 221 470567
Fax: +49 221 4705124
E-Mail: u.radtke@uni-koeln.de

Prof. Dr. Ulrich RADTKE
T01 S06 C04 (Essen)
Tel.: +49 201 1832000
E-Mail: rektor@uni-due.de

Altern in Deutschland

Die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina und die Deutsche Akademie für Technikwissenschaften acatech gründeten im Mai 2005 eine gemeinsame interdisziplinäre Akademiengruppe „Altern in Deutschland“, die auf der Grundlage der besten verfügbaren wissenschaftlichen Evidenz öffentliche Empfehlungen erarbeitete, um die Chancen der im letzten Jahrhundert erheblich gestiegenen Lebenserwartung – die „gewonnenen Jahre“ – vernünftig zu nutzen und mit den Herausforderungen des demographischen Alterns klug umzugehen.

Nova Acta Leopoldina N. F.

Bd. 99, Nr. 363 – Altern in Deutschland Band 1

Bilder des Alterns im Wandel

Herausgegeben von Josef EHMER und Otfried HÖFFE unter Mitarbeit von Dirk BRANTL und Werner LAUSECKER

(2009, 244 Seiten, 32 Abbildungen, 1 Tabelle, 24,00 Euro, ISBN: 978-3-8047-2542-3)

Bd. 100, Nr. 364 – Altern in Deutschland Band 2

Altern, Bildung und lebenslanges Lernen

Herausgegeben von Ursula M. STAUDINGER und Heike HEIDEMEIER

(2009, 279 Seiten, 35 Abbildungen, 9 Tabellen, 24,00 Euro, ISBN: 978-3-8047-2543-0)

Bd. 101, Nr. 365 – Altern in Deutschland Band 3

Altern, Arbeit und Betrieb

Herausgegeben von Uschi BACKES-GELLNER und Stephan VEEN

(2009, 157 Seiten, 29 Abbildungen, 20 Tabellen, 24,00 Euro, ISBN: 978-3-8047-2544-7)

Bd. 102, Nr. 366 – Altern in Deutschland Band 4

Produktivität in alternden Gesellschaften

Herausgegeben von Axel BÖRSCH-SUPAN, Marcel ERLINGHAGEN, Karsten HANK, Hendrik JÜRGES und Gert G. WAGNER

(2009, 157 Seiten, 28 Abbildungen, 2 Tabellen, 24,00 Euro, ISBN: 978-3-8047-2545-4)

Bd. 103, Nr. 367 – Altern in Deutschland Band 5

Altern in Gemeinde und Region

Stephan BEETZ, Bernhard MÜLLER, Klaus J. BECKMANN und Reinhard F. HÜTTL

(2009, 210 Seiten, 10 Abbildungen, 11 Tabellen, 24,00 Euro, ISBN: 978-3-8047-2546-1)

Bd. 104, Nr. 368 – Altern in Deutschland Band 6 (in Vorbereitung)

Altern und Technik

Herausgegeben von Ulman LINDENBERGER, Jürgen NEHMER, Elisabeth STEINHAGEN-THIESSEN, Julia DELIUS und Michael SCHELLENBACH

Bd. 105, Nr. 369 – Altern in Deutschland Band 7

Altern und Gesundheit

Herausgegeben von Kurt KOCHSIEK

(2009, 302 Seiten, 46 Abbildungen, 18 Tabellen, 24,00 Euro, ISBN: 978-3-8047-2548-5)

Bd. 106, Nr. 370 – Altern in Deutschland Band 8

Altern: Familie, Zivilgesellschaft und Politik

Herausgegeben von Jürgen KOCKA, Martin KOHLI und Wolfgang STRECK unter Mitarbeit von Kai BRAUER und Anna K. SKARPELIS

(2009, 343 Seiten, 44 Abbildungen, 9 Tabellen, 24,00 Euro, ISBN: 978-3-8047-2549-2)

Bd. 107, Nr. 371 (2009) – Altern in Deutschland Band 9

Gewonnene Jahre. Empfehlungen der Akademiengruppe Altern in Deutschland

(2009, 102 Seiten, 1 Abbildung, 12,00 Euro, ISBN: 978-3-8047-2550-8)

ISSN: 0369-5034
ISBN: 978-3-8047-2680-2