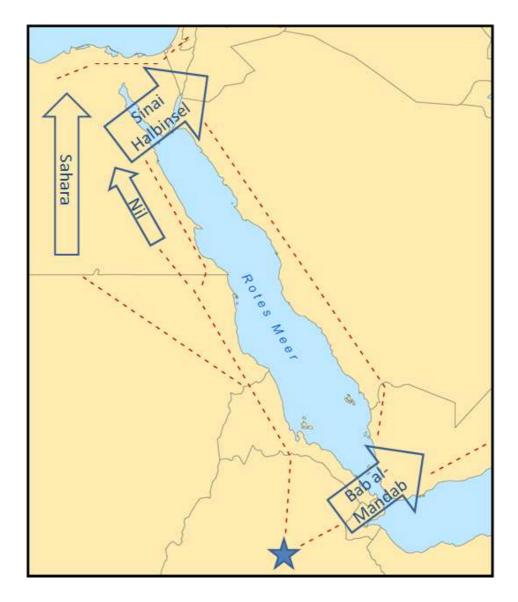
Abschlussarbeit im Studiengang B. Sc. Geographie am Geographischen Institut der Universität zu Köln

Jungpleistozäne Küstenveränderungen am Roten Meer und die Ausbreitung des modernen Menschen



Autor: Christian Rings

Brochenbacherstraße 13

53562 St. Katharinen

Mat.Nr.: 5035422 Abgabetermin: August 2013

Vorgelegt bei: Prof. Dr. Olaf Bubenzer

Dr. Oliver Bödeker

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form oder auszugsweise im Rahmen einer anderen Prüfung noch nicht vorgelegt worden.

St. Katharinen, den 14.08.2013

Gliederung

Abstract / Übersicht	4
1. Einführung	4
1.1 Forschungsstand	6
1.2 Fragestellung	8
2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes	10
2.1 Geographische Lage	10
2.2 Entstehung des Roten Meeres	11
2.3 Klima	13
2.4 Vegetation und Fauna	16
2.5 Geomorphologische Formen und Prozesse	17
3. Theorien und Konzepte zur Ausbreitung des modernen Menschen	19
3.1 Nordafrika – Heimat der ersten Menschen in Eurasien?	19
3.2 Die Grüne Sahara - Korridor zur Ausbreitung von Mensch, Tier und Vegetation	21
3.3 Phylogeographie – Genuntersuchungen zur Abstammung des Homo sapiens	22
3.4 Coastal Springs Modell – Küsten als Refugium und Ausbreitungskorridor	24
4. Paläogeographische Untersuchungen	27
4.1 Tektonik und Topographie	27
4.2. Anmerkungen zu den verwendeten GIS Datensätzen und der Analyse	32
4.3 Klimageschichte und Meeresspiegelanalysen	33
5. Zusammenfassung und Ausblick	44
6. Literaturverzeichnis	46

Abstract

In the course of this essay I will show the changes of the coastal area of the Red Sea at the time of the Upper Pleistocene and their effects on modern human dispersal. Thus insights about possible routes of migration of AMH out of Africa shall be gained. For this research I will describe the paleoclimate, sea level changes and tectonic processes. By reconstruction of coastal areas it will be shown that a trespassing of the Bab al-Mandab strait at the mouth of the Red Sea was possible during a long time at the Upper Pleistocene. In these times of low sea level stands the coasts of the Red Sea could stand for a new habitat for Homo sapiens to act as a rapid dispersal corridor.

Übersicht

Im Laufe dieser Arbeit werden die Veränderungen der Küsten des Roten Meeres zur Zeit des Jungpleistozäns aufgezeigt und deren Auswirkungen auf die Ausbreitung des anatomisch modernen Menschen (AMH) bezogen. Dadurch sollen Einblicke in mögliche Korridore zur Ausbreitung des AMH aus Afrika erlangt werden. Im Zuge dieser Thematik werden das Paläoklima, Meeresspiegelschwankungen und tektonische Prozesse betrachtet. Durch eine Rekonstruktion der Küstenebenen wird gezeigt, dass in einem langen Zeitraum des Jungpleistozäns eine Überquerung des Bab al-Mandab Kanals an der Mündung des Roten Meeres möglich war. In diesen Zeiten eines tiefliegenden Meeresspiegels könnte entlang der Küsten ein neuer Lebensraum für den Homo sapiens geschaffen worden sein, welcher für eine schnelle Ausbreitung gestanden haben könnte.

1. Einführung

Die Frage nach dem eigenen Familienstammbaum beschäftigt irgendwann einmal jeden Menschen. Ist es nun die Suche nach blaublütigen Vorfahren oder forscht man einfach nach Migrationshintergründen in der Vergangenheit. In beiden Fällen ist es oftmals die Neugier, welche einem diese Fragen stellen lässt und den Menschen auf seinem Lebensweg vorantreibt. Verfolgt man diese Zweige zu ihren Ästen bis hin zum Stamm so landen wir letztendlich in Ostafrika, dem Ursprungort des Menschen vor knapp 200.000 Jahren (BALTER 2011: 21). Schnell kommen viele Fragen wie "Wie sind wir nach Deutschland gelangt?" oder "Wie unterscheiden wir uns von den Menschen damals?" auf.

Es gibt viele Gründe, welche einen Menschen dazu treiben seine Heimat zu verlassen und viele davon sind heutzutage durchaus aktuell. Die Bevölkerungsgeographie beschäftigt sich unter anderem mit

diesen Faktoren. Das Wanderungsmodell (Push-Pull-Modell) nach Lee 1966 gibt vier Faktoren für die Entscheidung zu einer Wanderung an. Neben den Push Faktoren im Heimatgebiet, beispielsweise Vertreibung in Kriegszeiten oder ökologische beziehungsweise klimatische Probleme, gibt es Pull Faktoren im Zielgebiet. Hier erhofft man sich eine Verbesserung des aktuellen Wohnzustandes. Bezieht man dies auf die Zeit des Jungpleistozäns von ca. 128.000 bis 12.000 Jahren vor heute (BEYIN 2013: 195), in welcher unsere Vorfahren überwiegend gelebt haben, so denkt man unmittelbar an einen besseren Zugang zu Ressourcen in Zeiten schlechterer Klimabedingungen, welche das weitere Überleben sichern. Des Weiteren wird geprüft, ob es eine Barriere zu überwinden gibt. Heute denkt man vor allem an Grenzübergänge oder auch kulturelle Grenzen. Doch früher dachte man vermutlich eher, ob Flüsse oder scheinbar unendliche Wüsten überquert werden mussten und wann der beste Zeitpunkt dafür war. Schließlich spielen noch individuelle Einflüsse eine große Rolle (SCHENK & SCHLIEPHAKE 2005: 112ff). Oder man könnte hier auch von individuellen Möglichkeiten oder von Techniken reden, welche grundsätzlich vorausgesetzt werden müssen, um eine Ausbreitung überhaupt zu ermöglichen.

Die Frage, ob der Mensch zu diesem Zeitpunkt schon solch schwerwiegende Entscheidungen treffen konnte und es ihm möglich war mit den richtigen Techniken diese Barrieren zu überwinden, um aus Afrika zu wandern, ist nicht einfach zu erörtern. Der Homo sapiens vor über 100.000 Jahren unterscheidet sich nach MITHEN (1996) im Vergleich zu uns in Bezug auf die Intelligenz nicht. Jedoch spricht er von gewissen Zonen innerhalb des menschlichen Verstandes, welche sich erst nach und nach in der Evolution vernetzen (MITHEN 1996: 67). So sind zwar Sprachzentren und soziale Intelligenz miteinander verbunden, jedoch fehlt den anderen Bereichen eine Verbindung zueinander. Diese Verbindung trat erst mit dem Neandertaler und dem Homo sapiens auf und war bei dem gemeinsamen Vorfahren, dem Homo erectus, noch nicht vorhanden (MITHEN 1996: 140ff). Daher geht man davon aus, dass es zu diesem Zeitpunkt erst möglich war eine Sprache zu entwickeln. Auch die Gehirnmasse hatte seit 200.000 bis 500.000 Jahren das gleiche Volumen wie wir heute. Trotz allem geht man von einer beschränkten kulturellen Tätigkeit aus. Es fehlte Kunst, verbesserte Technologien und Religion (MITHEN 1996: 11). Kurz gefasst, fehlte zu diesem Zeitpunkt möglicherweise das eigene Bewusstsein (MITHEN 1996: 148). Im Laufe der Evolution des modernen Menschen kam es zu Ereignissen, welche als cultural explosion bezeichnet werden (MITHEN 1996: 151ff). So kamen zu gewissen Zeitpunkten ab 60.000 vor heute neue Techniken auf und es zeigten sich neue Verhaltensweisen (MITHEN 1996: 11). Die Levalloistechnik wurde durch die Klingentechnik anhand von Feuersteinen abgelöst (MITHEN 1996: 152), Australien wurde durch das Übersetzen mit einem Boot besiedelt und es traten auch Kunst, Bestattungen mit Grabbeigaben, Ocher und Schmuck auf (MITHEN 1996: 22ff). Letztendlich geht MITHEN (1996) davon aus, dass alle Bereiche des menschlichen Verstandes bei den modernen Jägern und Sammlern verknüpft waren (MITHEN 1996:

153). Natürlich gibt es eine Vielzahl von Theorien über die Entwicklung des menschlichen Verstandes. Beispielsweise spricht ZIMMER (2006: 132) weniger von der Entwicklung von Genen, sondern eher von sozialen und kulturellen Hintergründen, welche die Entwicklung vorantreiben oder auch Richard Klein, welcher von einem Vorgang der DNA-Veränderung und anschließender natürlicher Selektion spricht (ZIMMER 2006: 134).

Der anatomische Unterschied des Homo sapiens zum Neandertaler und dem gemeinsamen Vorfahren Homo erectus ist vor allem eine weniger robuste Figur. Zudem besitzt der moderne Mensch einen eher gerundeten Schädel, kleine Zähne und das Entfallen oder die Verringerung der Augenbrauenknochen ist auffällig (MITHEN 1996: 25).

Die Funde des Neandertalers und die des modernen Menschen überschneiden sich oftmals und eine klare Abgrenzung ist nicht möglich oder man findet Beispiele, in denen der Neandertaler schon Anzeichen des Verhaltens des anatomisch modernen Menschen zeigte. Ob es nun eigens entwickelte Verhaltensweisen waren oder sie durch Adaption mittels kultureller Nähe der beiden Hominiden entstanden (Mithen 1996: 23), ist nicht festzulegen. Gerade die geringe Anzahl an archäologischen Fundstellen, die Qualität der Funde und die Möglichkeit diese zu datieren beeinflussen sehr stark den Ausgang eines Forschungsprojekts. Folglich spielt die Taphonomie und auch die Deutung der Funde eine große Rolle bei der zwangsläufig nicht immer alle Forscher einer Meinung sind. Letztendlich entstehen so die verschiedensten Theorien zu den Anfängen und der Ausbreitung des Homo sapiens.

1.1 Forschungsstand

Trotz der vielen Theorien und Daten zur Ausbreitung des Homo sapiens aus Afrika sind immer noch die Route und der Zeitpunkt sowie der Grund umstritten. Als einer der bekanntesten Begriffe zur Ausbreitung des Menschen zählt der Ausdruck Out of Africa. Man unterscheidet zwischen den Begriffen Out of Africa I und Out of Africa II. Diese beziehen sich auf die zwei Zeiträume der Migrationen von Hominiden aus Afrika. Die erste Wanderung vollzog sich vor 1,7 bis 1,9 Millionen Jahren und betrifft den Homo erectus sensu lato bzw. Homo ergaster, welcher sich von Afrika ausgehend nach Asien verbreitet hat (DENNELL & ROEBROEKS 2005: 1099). Im Gegensatz zu diesem bezieht sich OOF II auf die Ausbreitung des Homo sapiens, welche den Schwerpunkt dieser Arbeit darstellt. Dieses Modell lässt sich wiederum in zwei Ausbreitungswellen einteilen. Zum einen gab es eine Migration des modernen Menschen im Zeitraum 130.000 bis 80.000 vor heute in die Levante. Jedoch setzten die Funde nach diesem Zeitraum aus, weswegen man von einem Aussterben des AMH

in der Levante ausgeht. Die zweite Migrationswelle beginnt ab 50.000 Jahren vor heute und soll für die Besiedlung Europas durch den modernen Menschen stehen (GARCEA 2012: 119).

Besonders in letzter Zeit ist das Interesse an der Herkunft des Menschen gestiegen. Nicht nur die technischen Möglichkeiten haben sich verbessert, sondern auch der Forschungsdrang, neue Daten und neue Funde treiben die Forschung in Afrika weiter voran (Bailey et al. 2012). Gerade interdisziplinäre Forschungsgruppen versuchen gemeinsam, dank ihrer Vielschichtigkeit, neue Erkenntnisse zu erlangen. Ein Beispiel hierfür ist der Sonderforschungsbereich 608. Hierbei handelt es sich um einen Zusammenschluss der Universitäten Köln, Bonn und Aachen, welche sich das Ziel gesetzt haben die Ausbreitung des Menschen in den letzten 190.000 Jahren zu erforschen. Demnach lautet der Titel des Projektes "Our Way to Europe". Zusätzlich zur Klima- und Landschaftsrekonstruktion wird auch in sozialen und kulturellen Bereichen geforscht. Man versucht hier vor allem Informationen in Bezug auf die Bevölkerungsdynamik und interkulturelle Wechselwirkungen zu erlangen (Universität zu Köln 2012). Das Forschungsprojekt ist in 21 Bereiche eingeteilt, welche jeweils einen eigenen räumlichen, zeitlichen oder methodischen Schwerpunkt haben. So beschäftigt sich der Forschungsbereich A ausschließlich mit der Ausbreitung des Menschen in Nordostafrika und somit dem Ursprungsgebiet des modernen Menschen (Collaborative Research Center 806 2013).

Das ROCEEH Forschungsprojekt (The Role of Culture in Early Expansions of Human), welches von den Universitäten Heidelberg, Tübingen und dem Forschungszentrum Senckenberg ins Leben gerufen wurde, arbeitet seit 2008 ebenfalls an der Rekonstruktion der Lebensräume, des Klimas und der biologischen sowie kulturellen Entwicklung der Gattung Homo. Hier wird jedoch in einem längeren Zeitraum von bis zu drei Millionen Jahren geforscht, seitdem der Homo erectus existierte und sich bis nach Europa ausbreitete. Das Forschungsprogramm wird von der Universität Heidelberg für 20 Jahre finanziell gefördert und ist seit Ende 2009 in das Senckenberg Center for Human Evolution and Palaeoenvironment eingegliedert. Der Fokus dieser Forschung liegt vor allem in dem Einfluss der menschlichen Entwicklung auf die Ausbreitung der Gattung Homo. Wo zu Beginn vor allem das Klima die Haupteinflussgröße für Wanderungsbewegungen war, so spielen in jüngerer Zeit eher soziale, kulturelle und technische Einflüsse eine Rolle (Senckenberg 2013, The Role of Culture in Early Expansions of Humans 2013). Auf die Ausbreitung entlang der nordafrikanischen Küste und die Entwicklung von Verhaltensweisen des Homo sapiens hat sich das Teilprojekt WP-2 des Forschungsprogrammes RESET (Response of Humans to Abrupt Environmental Transitions) spezialisiert. Durch neue Funde von Nassarius in Marokko, welche für das Auftreten von Ornamentik und Schmuck stehen, und durch sehr frühe Fossilienfunde sollen hier Untersuchungen durchgeführt werden, welche Zusammenhänge zwischen Klimaänderungen und der materiellen Kultur zeigen könnten. Des Weiteren sollen die Stratigraphie und die Datierungen überarbeitet und besser verstanden werden (Natural Environment Research Council 2013).

Betrachtet man nun die möglichen Ausbreitungsrouten des Menschen, so befinden sich zwei davon in Nordostafrika. Eine dieser Routen führt im Süden über die Öffnung des Roten Meeres, welche den Golf von Aden mit dem Indischen Ozean verbindet. Eine Zweite Route erstreckt sich im Norden des Roten Meeres über den Golf von Suez in Richtung Levante. Weitere mögliche Routen könnten über Gibraltar oder die Malta Schwelle direkt nach Europa geführt haben (OPPENHEIMER 2009: 7). Eine direkte Verbindung nach Europa schließt Oppenheimer (2009: 2ff) jedoch aus. Nach Erkenntnissen durch Genuntersuchungen wurde Asien vor Europa besiedelt. Zusätzlich begünstigen diese Untersuchungen auch die südliche Route am Roten Meer. Dagegen stehen Theorien, welche sich auf die Verteilung von Typenserien materieller Kultur beziehen (BALTER 2011: 20ff) oder für eine Ausbreitungsroute im Niltal appellieren. Aber auch die Sahara wird als Korridor zur Ausbreitung des Menschen in Betracht gezogen. In Zeiten günstiger Klimabedingungen stand sie für eine Savannenlandschaft, welche mit Flüssen und Seen durchzogen war, was die Migration des Menschen fördern könnte (OSBORNE et al. 2008: 16444ff, DRAKE et al. 2011: 458ff). In Zeiten ungünstiger Klimabedingungen kann es auch Phänomene gegeben haben, welche der Expansion des Menschen dienten. So sprechen FAURE et al. (2002: 47ff) von Küstenquellen, welche durch sinkende Meeresspiegel an den Küsten von Seen und Ozeanen auftreten und so Biotope und Refugien für Menschen, Tiere und Pflanzen bildeten.

1.2 Fragestellung

In der folgenden Arbeit möchte ich neben einer Erläuterung der Theorien und Konzepte zur Ausbreitung des modernen Menschen einen Einblick in die Küstenrekonstruktion am Roten Meer geben. In den Glazialen sinkt unter anderem durch die Bindung von Wassermassen in den Gletschern und unzureichender Verdunstung durch sinkende Temperaturen die Niederschlagsmenge und somit der globale Meeresspiegel (RENFREW & BAHN 2009: 166). Ein anderer Effekt ist, abhängig von der Topographie, ein Auftauchen der Küsten und eine Verbreiterung der Küstenebene. Demnach veränderte sich die Küstenlandschaft, was einen Einfluss auf den Lebensraum des frühen Menschen gehabt hat (BAILEY & FLEMMING 2008: 2159). Die resultierenden Veränderungen der Küstenlinien vollzogen sich überwiegend in den Kalt- und Warmzyklen des Quartärs (ZEPP 2008: 263). Modelle gehen davon aus, dass in gewissen Zeiträumen an den Küsten des Roten Meeres günstige Bedingungen für eine Ausbreitung des Homo sapiens geherrscht haben, wogegen das Klima des Inlandes durch hyperaride Bedingungen geprägt war (FAURE et al. 2002: 53ff). Im Zuge dieses

Szenarios eines niedrigen Meeresspiegels soll eine Überquerung an der Mündung des Roten Meeres bei Bab al-Mandab möglich gewesen sein, was eine gute Voraussetzung für die Ausbreitung des Menschen gewesen wäre (BAILEY & KING 2011: 1543). Diese Küstenlandschaft soll im Folgenden durch Untersuchungen anhand von Meeresspiegelschwankungen, welche wiederum von den großklimatischen Einflussgrößen abhängig sind, aufgezeigt werden. Überdies spielen tektonische Faktoren eine Rolle bei der Küstenrekonstruktion. Dementsprechend wird auch auf relative Meeresspiegelschwankungen, wie Isostasie, eingegangen. Den Schwerpunkt dieser Arbeit soll die Frage "Wann und unter welchen Bedingungen war eine Ausbreitung des modernen Menschen möglich?" bilden. In dieser Richtung soll nach klimatischen Push Faktoren für eine Wanderungsbewegung aus Afrika gesucht werden, was eng mit einer Ausbreitung entlang dieser Küstenebenen des Roten Meeres zusammenhängt. Trotz vieler Forschungen in diesem Themenbereich liegt die Problematik jedoch in unzureichenden Funden. Es gibt keine eindeutigen Funde, welche die Ausbreitung des Menschen in diesem Gebiet belegen und wenn, sind die Datierungen und die Stratigraphie nicht eindeutig zu bestimmen (BAILEY et al. 2007: 134ff). Einerseits resultiert dies durch eine Überprägung der Funde durch die Meeresspiegelschwankungen. Die Mehrzahl der Sites liegt unter Wasser und ein großer Teil wurde wahrscheinlich demnach zerstört (BAILEY & FLEMMING 2008: 2159). Anderseits kann dies durch die geologische Aktivität im Untersuchungsgebiet geschehen (BAILEY & KING 2011: 1550) oder durch stetige Erosion. Es gibt generell eine Vielzahl von Modellen, welche zwar ihre Vor- und Nachteile offenlegen, jedoch gibt es letztendlich nicht den Beweis, welcher die Problematik auflösen könnte.

2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordosten Afrikas und im Westen der Arabischen Halbinsel. Es bildet heute die einzige Landverbindung zwischen dem Afrikanischen Kontinent und Asien. Eine große Anzahl an Studien geht davon aus, dass sich in diesem Gebiet der Schlüssel der Ausbreitung des anatomisch modernen Menschen befindet. Zwar gibt es Hinweise darauf, dass es zu einem Zeitpunkt in der Vergangenheit eine unmittelbare Möglichkeit der Ausbreitung des Menschen von Afrika nach Europa über Gibraltar im Nordwesten Afrikas und über die Schwelle von Sizilien-Malta gab (OPPENHEIMER 2009: 7), jedoch weist ein Großteil der Belege darauf hin, dass Asien vor Europa besiedelt wurde (OPPENHEIMER 2009: 9ff). Folglich ist dieses Gebiet um das Rote Meer so außergewöhnlich interessant, weil es einen Meilenstein in der Geschichte der Menschheit setzt. Außerdem muss bedacht werden, dass die Klimabedingungen und die Landschaft nicht immer so aussahen, wie sie heute sind. Denn sowohl Einflüsse, die innerhalb kurzer Zeitspannen die Oberfläche beispielsweise exogene Prozesse, als auch langsam ablaufende geologische Formungsprozesse beeinflussen die Erdoberfläche ständig. Um diese Entwicklung der Landschaft und des Klimas besser zu verstehen, verwendet man häufig das Aktualitätsprinzip, wobei die heutige Ausgangssituation der damaligen gegenübergestellt wird, damit Zusammenhänge besser aufzeigt werden können.

2.1 Geographische Lage

Das Rote Meer liegt zwischen 34° und 43° östlicher Länge und zwischen 12,5° und 30° nördlicher Breite. Im Norden grenzt es an den Golf von Suez, welcher durch den Suezkanal mit dem Mittelmeer verbunden ist. Außerdem läuft das Rote Meer im Norden im Golf von Aqaba aus. Im Süden geht es in den Golf von Aden über, welcher in den Indischen Ozean mündet (BAILEY et al. 2007: 131). Das Rote Meer hat eine Nord-Süd Erstreckung von knapp 2000 Kilometern und eine Ost-West Achse von maximal 350 Kilometern. Der Punkt mit der maximalen Tiefe des Meeres wurde mit 2850 Metern gemessen (BAILEY & KING 2011: 1541). In Hanish Sill bei der Bab al-Mandab Enge, wo das Rote Meer in den Golf von Aden mündet, befindet sich derzeit die seichteste Stelle mit einer maximalen Tiefe von 137 Metern (BAILEY et al. 2007: 131). Die Ostküste des Roten Meeres grenzt überwiegend an die Gebirgszüge Saudi Arabiens. Bis in den Südosten erstreckt sich das Asir Gebirge, in dem sich Berge mit einer Höhe von weit über 3000 Metern befinden. Am Fuße der Gebirgskette befindet sich eine Küstenebene, die Tihamah, welche eine Breite von bis zu 60 Kilometern besitzt. Auf der afrikanischen Seite des Roten Meeres liegen im Norden überwiegend Ebenen und Tafelländer, wogegen der Süden

zum größten Teil von Gebirgen umgeben ist. Im Südwesten befindet sich die Afar Depression (BAILEY et al. 2007: 131ff).



Abb. 2: Lage des Untersuchungsgebietes im Nordosten von Afrika.

Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Entstehung des Roten Meeres

Das Rote Meer entstand durch das Divergieren der Afrikanischen Platte und der Arabischen Platte. Diese konstruktive Plattengrenze sorgte dafür, dass die kontinentale Kruste ausgedünnt wurde. Dadurch resultierte eine Magmenintrusion aus der Asthenosphäre (BAILEY et al. 2007: 133) und es bildete sich bei diesem Rifting ozeanische Kruste, was dem Anfangsstadium der Bildung eines Meeres entspricht (PRESS et al. 2008: 33). Man beschreibt zwei Phasen der Plattenbewegungen. Die erste Phase verlief vor 41-34 Millionen Jahren im Alttertiär, als das Becken noch nicht mit Wasser gefüllt war. Gegen 13 Millionen Jahre vor heute im Miozän begann sich dann der Golf von Aden zu öffnen, was das Füllen des Roten Meeres zur Folge hatte. Die zweite Phase erweiterte das schon vorhandene Meeresbecken vor 4-5 Millionen Jahren (BAILEY et al. 2007: 133). In den Phasen mit geringem oder nicht vorhandenem Rifting zwischen 25 und 5 Millionen Jahren kam es aufgrund hoher Verdunstungsraten zu einer Ablagerung von Evaporiten. Demnach entstand durch eine geringere Dichte der Salze als die der aufliegenden Sedimente eine instabile Schichtung, was zur Salztektonik führte. Durch die Wasserlöslichkeit der Salze kann es zu Depressionen oder Hohlräumen in den unterliegenden Schichten kommen. In Folge der labilen Schichtungen und der tektonischen Aktivität kann dies große Auswirkungen auf die Rekonstruktion der Küste des Roten Meeres haben (BAILEY et al. 2007: 133ff).

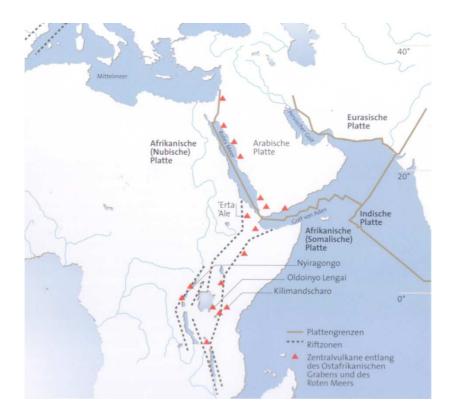


Abb. 3: Plattengrenzen und Vulkanismus in Afrika und dem Mittleren Osten.

Quelle: SCHMINKE 2010: 89

Ursprünglich war das Rift-Tal des Roten Meeres der Ausläufer des Ostafrikanischen Grabenbruches, welcher sich über die gesamte Länge des afrikanischen Kontinents erstreckt und schon seit Millionen von Jahren auseinanderdriftet (SCHMINKE 2010: 88, Abb. 3). Seit dem Miozän vor ca. fünf Millionen

Jahren drifteten die Platten so 80 bis 100 Kilometer auseinander, was anhand von Strukturen in den Grabenschultern belegt werden kann (LAMBECK et al. 2011: 3543). In der Afar Depression im Südwesten des Roten Meeres ist eine sogenannte tripple-junction (FAURE et al. 2002: 50). An dieser Stelle treffen sich drei Plattengrenzen, nämlich Nubische Platte, Arabische Platte und Somalische Platte. Dementsprechend ist heute noch immer aktiver Vulkanismus im Untersuchungsgebiet zu verzeichnen (SCHMINKE 2010: 89, Abb. 3). Die seismischen Aktivitäten beschränken sich vor allem auf das Schwächefeld in den Regionen Eritrea und Afar im Südwesten des Roten Meeres. In den nördlicheren Ausläufern der Westküste nehmen Erdbeben und Vulkanismus zunehmend an Stärke und Häufigkeit ab. An der arabischen Küste dagegen erstreckt sich aktiver Vulkanismus auf der gesamten Strecke (LAMBECK et al. 2011: 3544). Im Norden ist der Golf von Aqaba durch eine Transformstörung charakterisiert. Bei dem Golf von Suez handelt es sich um eine inaktive Riftzone. Unterteilt man demnach das Rote Meer nach seiner heutigen tektonischen Aktivität, so liegt nördlich von 23° N das Endstadium eines Riftings vor. In Richtung Süden, besonders südlich von 20° N finden wir dagegen eine aktive Bildung von ozeanischer Kruste vor (LAMBECK et al. 2011: 3544).

Neben Vulkanismus und Erdbeben (PRESS et al. 2008: 33), welche während des Riftings auftreten, kommt es zu Hebungen der Grabenschultern, tektonischen Störungen und einem Einfallen des Zentrums der Spreizungszone (BAILEY et al. 2007: 133). Des Weiteren kam es zu vertikalen Hebungen im Bereich der Küstenebenen. So hoben sich diese erodierten Küstenebenen um zwei bis drei Kilometer seit dem frühen Miozän (LAMBECK et al. 2011: 3544). Auf lokaler Ebene gibt es Hinweise für Hebungen im Zeitraum vor 300.000 bis 400.000 Jahren und um 40.000 Jahre vor heute (LAMBECK et al. 2011: 3545). Diese vertikalen Bewegungen ereigneten sich in den nördlichen Ausläufern des Roten Meeres im Golf von Suez und im Golf von Aqaba sowie in den Regionen Afar und Eritrea (LAMBECK et al. 2011: 3546).

2.3 Klima

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Einflussbereich des subtropisch-randtropischen Hochdruckgürtels, welcher durch subsidente Luftmassen und damit Wolkenauflösung charakterisiert ist (LAUER & BENDIX 2006: 192ff). Durch geringe Luftfeuchtigkeit entsteht vor allem fühlbare Wärme, die durch die hohe, direkte Einstrahlung (SCHULTZ 2008: 263) verstärkt wird. Nach der effektiven Klimaklassifikation nach Köppen & Geiger (KOTTEK et al. 2006: 261) befindet sich die Region in den Bwh-Klimaten, was einem Wüstenklima entspricht. Die Jahresdurchschnittstemperaturen liegen dabei ganzjährig über 18°C (SCHULTZ 2008: 264). Die sehr geringen oder nicht vorhandenen Jahresniederschlagssummen sind je nach Region entweder durch den Winterregen, welcher typisch

für die Csa-Klimate die im Norden angrenzen ist, oder im südlichen Teil des Roten Meeres durch die Verlagerung der ITC nach Norden in den Sommermonaten determiniert. Auf der Abbildung 4 erkennt man die Verschiebung der ITC im Jahresverlauf. Zusätzlich verlagert sich die subtropische Hochdruckzone im Winter Richtung Süden, wodurch der Norden des Roten Meeres im Einzugsbereich der Westwinde liegt.

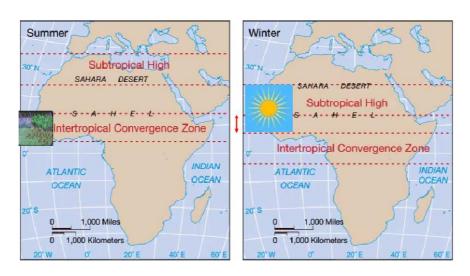


Abb. 4: Verlagerung der Luftdruckgürtel über Afrika im Jahresverlauf.

Quelle: AGUADO & BURT 2001: 220

Es herrschen über das gesamte Gebiet aride Verhältnisse mit einer potentiellen Verdunstung von mindestens 2000mm (WALTER 1977: 113) und Niederschlagssummen, welche selten 180mm überschreiten. Geringe Niederschlagssummen gehen oftmals mit einer großen Variabilität einher (WALTER 1977: 115). Jedoch können die Niederschläge mit zunehmender Höhe in den Gebirgen bis auf 300 bis 1000mm ansteigen (BAILEY et al. 2007: 132). In Folge der Höhenzunahme werden außerdem die Temperaturen abnehmen und sich die Vegetation ändern, da wir uns nun in Hochgebirgsklimaten befinden. Dennoch herrschen hier zu großen Teilen aride Verhältnisse, da die heißen Luftmassen sehr trocken sind und sich selbst mit zunehmender Höhe kaum orographischer Niederschlag ausbildet (WALTER 1977: 146). Anhand der klimatischen Einflussgrößen im Süden des Roten Meeres ordnet SCHULTZ (2000: 33) diese Regionen des Untersuchungsgebietes schon zur Steppe bzw. Savanne bei. Zudem klassifiziert er alle Gebiete mit einer Vegetationsbedeckung von mehr als 10% als Halbwüste (SCHULTZ 2008: 271). Einen anderen Ansatzpunkt für die Klassifikation findet er in der Jahresniederschlagssumme. So sind Halbwüsten durch eine Niederschlagssumme von über 125mm im Jahresgang definiert (SCHULTZ 2008: 261). Es zeigte sich bei einer Überprüfung der Klimadiagramme (vgl. Abb. 5) aus der Region des Roten Meeres, dass nahezu alle Niederschlagssummen, Hochlagen ausgeschlossen, unter 80mm liegen. Im Norden ist eine klassische Niederschlagsverteilung des Winterregens in den Wintermonaten zu verzeichnen, welche durch die durchziehenden Tiefdruckgebiete vom Atlantik in den Mittelmeerraum begründet ist. Gleichzeitig sorgt die Winterregenzeit für eine Abnahme der Schwankungen innerhalb der Tagestemperaturen (WALTER 1977: 115). Je weiter wir nach Süden gelangen, umso mehr verändert sich die Niederschlagsverteilung. Man erkennt ein Einsetzen des Niederschlages schon um Monate früher, was durch die Wanderung der ITC in Richtung Norden zu erklären ist. Zudem fallen verringerte Jahrestemperaturamplituden mit zunehmender Annäherung an die Tropen auf.

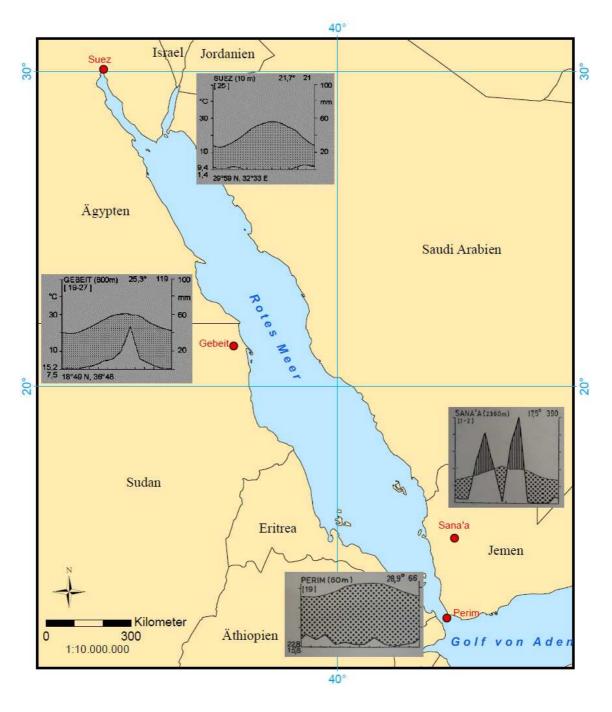


Abb. 5: Ausgewählte Klimadiagramme im Gebiet des Roten Meeres mit Hinblick auf die Veränderung der großklimatischen Einflussgrößen mit abnehmender geographischer Breite oder zunehmender Höhe.

Der südlichste Teil des Untersuchungsgebietes liegt außerdem im Einflussbereich des SW-Monsuns (LAUER & BENDIX 2006: 195), wobei sich die Auswirkungen in Richtung Golf von Aden und entlang des Südostens der Arabischen Halbinsel verstärken (BAILEY et al. 2007: 132). Bei dem Monsun handelt es sich um einen Oberflächenwind, welcher die Windrichtung im Jahresverlauf saisonal verändert (AGUADO & BURT 2001: 232). Hierbei überschreitet der Südost-Passat den Äquator und wird bedingt durch die Corioliskraft nach rechts in Richtung Nordosten abgelenkt und entwickelt sich so zum Südwest-Monsun. Dieser kann aufgrund der warmen Luftmassen und ihrer damit resultierenden Wasseraufnahmekapazität viel Feuchtigkeit aufnehmen (LAUER & BENDIX 2006: 193ff) und sorgt so für erhöhte Niederschlagssummen.

Der durchschnittliche Salzgehalt der Weltmeere liegt zwischen 3,3 und 3,8 %. Da das Mittelmeer durch geringe Zuläufe und die hohe Verdunstungsrate eine erhöhte Salzkonzentration besitzt und dieses mit dem Roten Meer verbunden ist, ist der Salzgehalt im Norden des Roten Meeres zwangsläufig höher als im Süden, wo es mit dem Indischen Ozean verbunden ist. Die Salzkonzentration des Roten Meeres liegt bei über 4,0 % (BAHLBURG & BREITKREUZ 2008: 84). Da das Rote Meer große Wassermassen über den Indischen Ozean bezieht, ist es durch Meeresspiegelschwankungen besonders anfällig. Würde der globale Meeresspiegel sinken, so müsste der Zufluss zum Roten Meer sich verringern, wodurch die Salzkonzentration ansteigen würde. Demnach sinkt auch der Meeresspiegel der Roten Meeres.

Wenn man die hydrologische Situation betrachtet fällt auf, dass in das Rote Meer keine Flüsse münden. Dies kann unter anderem auch damit begründet werden, dass es in Trockengebieten aufgrund der hohen Verdunstungsraten oftmals endoreische Entwässerung gibt. Durch die geringen Niederschläge können sich somit keine Entwässerungssysteme zum Meer hin bilden. Flussläufe sowie Seen treten nur episodisch auf (ZEPP 2008: 232). Der einzige Zugang zu Oberflächenwasser besteht in Depressionen nach Niederschlagsereignissen oder durch Oasen, welche von Aquiferen gespeist werden. Die andere Möglichkeit besteht im Grundwasser (RIEMER 2009: 125). Je nach Klimabedingungen ist der Grundwasserspiegel jedoch zu tief und man kann ihn nicht erreichen. Zusätzlich ergibt sich das Problem, dass Regenwasser oft in Klüfte der Gesteine und des Bodens sickert und es so nicht an der Oberfläche gesammelt wird. Folglich bildet sich nur in abflusslosen Senken temporärer Wasserzugang (RIEMER 2009: 134).

2.4 Vegetation und Fauna

Durch die Wolkenauflösung entsteht eine hohe Strahlungsbilanz, was sich in einer hohen Verdunstungsrate äußert. Daher kommt es zu hohen Verlusten der Bodenfeuchtigkeit und die Vegetation muss sich anpassen. Diese Anpassungsmechanismen sind die Ausbildung von tiefen Wurzeln, Verholzung der Stämme, Anpassung an hohe Salzkonzentrationen im Boden, Halophyten genannt, oder ein gutes Wasserspeichervermögen. Zudem kann man die Bildung von Dornen beobachten, welche die Pflanzen vor Feinden schützen sollen (Schultz 2008: 275ff). Außerdem bildet die Vegetation nur eine spärliche Transpirationsfläche aus, um sich vor den hohen Verdunstungsraten zu schützen (Walter 1977: 123). Die Vegetation ist vor allem kontrahiert und somit auf Gunsträume beschränkt. So findet man sie häufig in Senken und entlang von Wadis, wo noch ein ausreichender Feuchtigkeitsgehalt im Boden vorhanden ist (Schultz 2008: 275ff). Wadis bilden aufgrund ihres Salzgehalts gute Wachstumsbedingungen für Halophyten, jedoch werden diese in großen Wadis ausgespült (Walter 1977: 120). Das Salz in den Trockengebieten stammt zu großen Teilen aus dem Meer. Neben salzhaltigen Sedimenten aus vergangener Zeit und austrocknenden Gewässern durch die hohe Verdunstung gibt es auch den Eintrag von Salzstaub durch den Wind aus Richtung des Ozeans (Walter 1977: 128). In unmittelbarer Nähe des Roten Meeres trifft man nahezu ausschließlich Pflanzenarten an, welche sich an die Salzgehalte angepasst haben. Das Wachstum anderer Arten wird durch den hohen Salzgehalt gehemmt (Zepp 2008: 263).

Die Fauna der Wüsten und Steppen im Umfeld des Roten Meeres ist vor allem durch Nagetiere und Antilopen geprägt, jedoch treten diese nur in geringem Maße auf. Das Rote Meer selber bietet jedoch einen Lebensraum für eine Vielzahl von Tieren. Innerhalb der ausgedehnten Korallenriffe, Seegräser und Mangroven gibt es eine große Diversität an Fischen. Des Weiteren leben Großsäugetiere, wie die Seekuh oder Wale im Roten Meer. Besonders in den südlichen, seichteren Gewässern finden sich viele Muscheln, da dort das Wasser einen hohen Planktonanteil besitzt. Anhand der Fülle mariner Ressourcen ist der Fischfang im Roten Meer besonders ergiebig (BAILEY et al. 2007: 132ff) und könnte auch bei der Ausbreitung des AMH eine Rolle gespielt haben (BAILEY & KING 2011: 1541). Die Fauna hat zudem bei den Jäger und Sammler Kulturen einen großen Einfluss in Bezug auf die saisonalen Wanderungen und beeinflusst somit zugleich die Wahl eines Siedlungsplatzes, was ebenso Auswirkungen auf eine Route haben könnte (BAILEY & KING 2011: 1534).

2.5 Geomorphologische Formen und Prozesse

Die vorherrschenden Einflussgrößen in Trockengebieten sind die hohe Insolation, der Wassermangel, Wind und eine geringe Vegetationsbedeckung, weswegen vor allem äolische Prozesse das Landschaftsbild verändern (ZEPP 2008: 173). Nebstdem trifft man auf physikalische Verwitterung. Chemische Verwitterung ist aufgrund des Wassermangels seltener anzutreffen (ZEPP 2008: 101). Des Weiteren ist eine große Fläche der ariden Gebiete mit einer leicht rötlichen Schicht aus eisen- und

manganreichen Oxiden bedeckt, welche auch Wüstenlack genannt wird (ZEPP 2008: 232). Bei der physikalischen Verwitterung geht es primär um die mechanische Zerkleinerung von Gesteinen und Sedimenten, was eine Vergrößerung der Angriffsoberfläche gegenüber weiterer Verwitterung zur Folge hat (ZEPP 2008: 86). Dies kann zum einen durch Frostsprengung geschehen, was im Untersuchungsgebiet jedoch ausschließlich in den Gebirgen im Osten und Südwesten des Roten Meeres anzutreffen ist (ZEPP 2008: 224). Zum anderen gibt es die Möglichkeit der Insolationsverwitterung, welche durch die große Tagestemperaturamplitude in den Wüstengebieten zustande kommt (ZEPP 2008: 88). Eine weitere Art ist die Salzsprengung oder Salzverwitterung, welche in Verbindung mit Wasser oder salzhaltigem Wasser auftritt. Dabei kristallisieren Minerale in den Fugen von Gesteinen, was zu einer Druckzunahme führt (ZEPP 2008: 101). Diese Art der Verwitterung tritt besonders häufig an den Küsten auf (ZEPP 2008: 263). Als Küste wird der "Übergangsbereich zwischen Land und Meer" (ZEPP 2008: 262) bezeichnet. Die litoralen Formungsprozesse hängen hier vor allem von den Eigenschaften der Erdoberfläche und der Dynamik des Meeres ab (ZEPP 2008: 263).

Äolische Prozesse setzen drei Faktoren voraus. Wind, Wassermangel und das Fehlen beziehungsweise eine kaum ausgebildete Vegetationsschicht (ZEPP 2008: 173). Diese Faktoren lassen sich sowohl auf das Umland des Roten Meeres als auch auf die Küsten des Roten Meer mit den Sandstränden beziehen. Durch Winderosion werden Partikel kleiner Korngrößen transportiert, was durch hohe Salzgehalte verstärkt werden kann (ZEPP 2008: 263). Bei hohen Windgeschwindigkeiten sind auch Staubstürme möglich, welche sich aus suspendierenden Partikeln zusammensetzen (ZEPP 2008: 175ff). Die mitgeführten Partikel können andere Gesteine oder Sedimente schleifen. Durch den Windschliff oder die Korrasion entstehen typische Formenschätze (ZEPP 2008: 179). Außerdem können Deflationswannen oder Dünenbildung beobachtet werden, wobei sich neben den Stranddünen die größeren Dünenfelder nicht in unmittelbarer Entfernung zum Roten Meer befinden (ZEPP 2008: 184). Charakteristisch für Trockengebiete sind Wadis, episodisch wasserführende Flussläufe. Zusätzlich entstehen an der Erosionsbasis von Wadis beim Eintritt in eine Ebene Schwemmfächer mit einer bestimmten Korngrößenverteilung (ZEPP 2008: 232). Die abflusslosen Ebenen, welche nur nach starken Regenfällen Wasser beinhalten, werden Playa genannt und sind durch eine hohe Konzentration an Salzen geprägt, welche durch die hohen Verdunstungsraten entstanden (BAHLBURG & BREITKREUZ 1998: 74).

Gerade die hier aufgeführten Prozesse haben einen großen Einfluss auf die Erhaltung von archäologischen Funden oder auch beispielsweise auf die Qualität von Sedimenten, welche für eine Rekonstruktion der Landschaft herangezogen werden können.

3. Theorien und Konzepte zur Ausbreitung des modernen Menschen

Der derzeit älteste Fund des anatomisch modernen Menschen befindet sich in Kenia im Osten Afrikas am Omo River. Hier wurden Schädel und Knochen des Homo sapiens gefunden und auf 195.000 BP datiert. Der zweitälteste Fund stammt aus Herto in Äthiopien und hat ein Alter von 160.000 Jahren (BALTER 2011: 21). Aus diesem Grund haben alle Theorien über die Ausbreitung des modernen Menschen ihren Ursprung in Ostafrika. Diese Funde werden auch oftmals als archaische Homo sapiens klassifiziert (MITHEN 1996: 25). Von dort aus wanderte der Mensch innerhalb Afrikas und entwickelte im Laufe der Zeit die ersten Merkmale des modernen Menschen. Obwohl die logische Schlussfolgerung für einen Auszug aus Afrika mit klimatischen Gunstbedingungen einhergehen muss, so beschränkt man sich nicht nur darauf. Es gibt viele Theorien, welche von einer Reihe von Faktoren ausgehen, die sowohl in Trockenzeiten präsent waren als auch zu jedem anderen beliebigen Zeitpunkt und somit unabhängig von den Klimaverhältnissen. Demnach würde dies gegen klimatische Push-Faktoren einer Wanderung sprechen. Neben archäologischen Funden und Genuntersuchungen zur Abstammungsgeschichte werden auch immer wieder Analogien und Simulationen zur Klärung der Thematik herangezogen, welche unter anderem in den folgenden Abschnitten erläutert werden. Um eine Ausbreitung entlang der Küstenebenen des Roten Meeres zu untersuchen müssen zuvor andere Korridore verstanden werden. Jede Theorie führt Belege für ihre Richtigkeit auf, welche man nicht außer Acht lassen darf. Infolgedessen müssen alle Modelle bei einer Suche nach der Route aus Afrika berücksichtigt werden, da nach aktuellem Forschungsstand keine der Routen endgültig bestätigt wurde.

3.1 Nordafrika – Heimat der ersten Menschen in Eurasien?

Ein großer Teil fossiler Funde des Homo sapiens stammt aus dem Norden Afrikas. Hier fand man Knochenteile, welche nach neueren Erkenntnissen weiter zurückreichen als man zuvor angenommen hatte. 2009 datierte man mit der OSL Methode Fossilien auf 110.000 und 145.000 Jahre vor heute (BALTER 2011: 22). Diese Befunde, werden der Kultur des Aterian zugeordnet von der über 100 Fundstellen bekannt sind. Man erkannte, dass diese Kultur ebenso anspruchsvoll war wie andere Kulturen, welche dem modernen Menschen zugewiesen werden. So fand man zum Beispiel Symbolik und Ornamentik anhand von personalisierten Werkzeugen oder Hinweise auf Schmuckherstellung mittels Nassarius. Die bearbeiteten Nassariusschalen wurden in der Pigeons Cave in Marokko auf 85.000 Jahre vor heute datiert, was einige tausend Jahre früher war als die in Blombos Cave in Südafrika, welche als erste Merkmale des modernen Menschen im Süden Afrikas galten. Aber auch Datierungen von 100.000 Jahre alten Funden aus Israel sind bekannt und man forschte zu dieser Zeit

an einem 108.000 Jahre alten Hinweis der Bearbeitung in Marokko (BALTER 2011: 22). Folglich reichen Anzeichen für Verhaltensweisen des modernen Menschen in Nordafrika weit zurück. Zusätzlich geht man davon aus, dass die Funde Nordafrikas Gemeinsamkeiten mit denen aus der Levante, genauer in Qafzeh und Skhul in Israel, und den ersten Menschen aus Europa, in diesem Beispiel Rumänien, haben. Es wurden in einem 3D Modell Gesichtszüge von Schädeln und die Form von Zähnen verglichen, welche eine Verbindung zeigen. Ebenso erkannte man Ähnlichkeiten bei dem Bau des Unterkiefers und der Wangenknochen zwischen einem Fund aus Ägypten und dem aus Rumänien, was ebenso für eine Verbindung Nordafrikas und den ersten Menschen Eurasiens steht (BALTER 2011: 23). Neben den morphologischen Gemeinsamkeiten wird auch das Klima betrachtet. Zwischen 130.000 und 120.000 Jahren vor heute geht man von einer Feuchtphase aus. Diese Bedingungen sollen sich bis 50.000 Jahre vor heute angehalten haben bis die Region der Sahara wieder trockener wurde. Es gab Isotopenuntersuchungen mittels eines Bohrkerns aus Nordwestafrika, wo man Pflanzenblätter fand. Weiterhin fand man Wasserschnecken, welche für eine erhöhte Feuchtigkeit im Gebiet der Sahara sprechen. Aber auch Fernerkundungsmethoden zeigten Paläokanäle und Seen, welche die Sahara durchzogen und somit feuchtere Klimaverhältnisse anzeigen (BALTER 2011: 22ff). Diese Klimabedingungen sollen die Ausbreitung der Menschen gefördert haben und auch eine Verbindung über die Sahara hergestellt haben, was zu Netzwerken innerhalb der Populationen geführt haben soll (BALTER 2011: 23).

Im Kontrast zu dieser Theorie stehen Argumente, wie dass es sich hierbei um eine isolierte archaische Menschenpopulation handeln könnte, welche später ausstarb. Zudem geht man von einer möglichen Kreuzung zwischen Neandertaler und modernen Mensch aus. Aber auch Fakten, wie die zu geringe Dichte an Funden im Nordosten Afrikas, welche eine Verbindung zwischen dem Nordwesten und Eurasien darstellen müsste, werden aufgeführt (BALTER 2011: 23). Eine weitere Unstimmigkeit kann man in der Levante um den Zeitpunkt 80.000 Jahre vor heute sehen. Der moderne Mensch verschwand aus den Befunden und der Neandertaler besiedelte wieder diese Region (ZIMMER 2006: 127). Nichtsdestotrotz wäre es durch eine lange Persistenz der Kultur möglich gewesen an beiden Ausbreitungswellen des Out of Africa II teilgenommen zu haben (GARCEA 2012: 124). Nicht nur im Zeitraum 130.000 bis 80.000 vor heute, sondern auch ab 50.000 Jahren vor heute (GARCEA 2012: 119). Andere Theorien, wie Genuntersuchungen, zeigen dagegen eine komplett andere Ausbreitungsweise des modernen Menschen und gehen nicht von Nordafrika, sondern von Ursprungsorten südlich der Sahara aus (BALTER 2011: 22).

3.2 Die Grüne Sahara – Ausbreitungskorridor für Mensch, Tier und Vegetation

Ursprünglich ging man von dem Niltal als Ausbreitungskorridor des modernen Menschen aus, da die Sahara mit hyperariden Bedingungen eine unüberwindliche Barriere für menschliche Ausbreitung darstellt. Jedoch passen die Typen der Funde des Niltals während der Zeitpunkte nicht zu den Funden, welche man später in der Levante gefunden hat. Zudem wurden in letzter Zeit zahlreiche Funde in Nordafrika gemacht, welche für eine weitaus ausgedehntere Ausbreitung des Menschen zu dieser Zeit stehen (OSBORNE et al. 2008: 16444). Außerdem sind die Stratigraphie und ihre Datierung nicht ausreichend gut verstanden (DRAKE et al. 2011: 458). Auch eine Analogie mit dem Holozänen Klimaoptimum lässt darauf schließen, dass zu gegebener Zeit der Nil nicht als Lebensraum für die Ausbreitung des Menschen in Frage kommt. Man vermutet viel eher eine Ausbreitung des Menschen über die Sahara, welche zwischen 130.000 und 117.000 Jahren vor heute von einer Vielzahl von Flussläufen durchzogen war, welche eine Migration der frühen Menschen ermöglichten (OSBORNE et al. 2008: 16444). Dennoch könnte das Niltal vermutlich für ein Refugium während hyperarider Bedingungen gestanden haben (RICHTER et al. 2012: 17). Bei der Population Nordafrikas handelt es sich um die Kultur des Aterian, welche im vorherigen Kapitel erwähnt wurde. Streng genommen könnte es sich hierbei um ein Modell handeln, jedoch bezieht sich ersteres auf den Ursprung des Menschen und dieses Modell auf das Paläoklima, was auch eine Ausbreitung anderer Kulturen oder Hominiden ermöglicht hätte.

Dieses Phänomen der Grünen Sahara versuchte man mit der Ausbreitung von Tieren in Verbindung zu setzen. Man stellte fest, dass es zwei isolierte Zentren von Tierpopulation, nämlich eines nördlich und das andere südlich der Sahara gibt. Um diese Verteilung zu erklären, prüfte man auf eine Ausbreitung entlang des Niltals und durch die Sahara (DRAKE et al. 2011: 458). In beiden Fällen gab es keine Belege dafür, dass es eine bevorzugte oder alleinige Route der Ausbreitung gab (DRAKE et al. 2011: 459). Jedoch kombinierte man die Daten von Tierfossilien, Höhlenmalereien und dem durch Fernerkundung gewonnenen paläohydrologischen Netz und folgerte eine Savannenlandschaft während des frühen Holozäns in der Sahara (DRAKE et al. 2011: 460). Ebenso erkennt man in den archäologischen Inventaren, dass es im Norden der Sahara eine Zunahme der materiellen Kultur gab, welche sich den Wasserressourcen anpasste. Dagegen nahmen im Süden die Funde von Pfeil und Bogen zu. Man vermutet hier eine Transmission von Technologie über die Sahara (DRAKE et al. 2011: 460ff).

Die Theorie der Grünen Sahara wird unter anderem anhand von zwei Untersuchungen belegt. Zum einen gibt es eine Nd- und Sauerstoffisotopenanalyse aus einer Bohrung im westlichen Ionischen Meer. Hier wurde eine Anomalie gefunden, welche einen Anstieg im Süßwasserhaushalt im Mittelmeer anzeigt. Durch zunehmende Niederschläge im Zeitraum 124.000 bis 119.000 vor heute

kam es zu einer Störung der Tiefwasserbildung im Mittelmeer und es bildeten sich aufgrund anoxischer Bedingungen Faulschlämme am Meeresboden, sogenannte Sapropele. Zu diesem Zeitpunkt lagerte sich die Schicht S5 ab. Diese Niederschlagszunahme wird durch eine zweite Untersuchung gestärkt. In Lybischen Wadis wurden Mollusken untersucht und eine Isotopenanalyse anhand von Nd und Sr zeigt, dass die erhöhten Nd Werte im östlichen Mittelmeer aus der Entwässerung der Wadis stammen. Die vulkanischen Gebirge im Süden enthalten einen höheren Anteil an Nd und somit vermutet man, dass das der Ursprung dieser Anomalie ist. Aufgrund der hohen Verdunstungsraten benötigt es höhere Niederschlagssummen, um überhaupt bis in das Mittelmeer zu entwässern. Folglich ist eine Niederschlagszunahme die einzige Möglichkeit, die für eine Zunahme der Nd Werte stehen kann (OSBORNE et al. 2008: 16444ff). Diese Niederschlagszunahme begründet sich aus dem Anstieg der globalen Strahlung, welche für erhöhte Temperaturen, erhöhte Verdunstung und somit für höhere Niederschläge steht. Es kam zu einer verstärkten Verlagerung der ITC nach Norden, wodurch die Sahara höhere Niederschlagssummen erfuhr. Zudem nahmen die Niederschläge in der Mittelmeerregion zu, was zur Ausbildung der Sapropele führte. Ähnliche Klimabedingungen konnte man auch in relativ junger Zeit, dem frühen Holozän, beobachten (OSBORNE et al. 2008: 16446).

Andere Belege für einen feuchten Korridor in der Sahara liefern Isotopenanalysen aus dem Mittelmeer, der Fund von Wasserschnecken in der Sahara und eine Änderung der Staubkonzentration in einem marinen Bohrkern im Nordatlantik (DRAKE et al. 2011: 458). Außerdem werden für die Rekonstruktion des MIS 5, welche eine der besten datierten Feuchtphasen ist, Proxys aus zwei Tropfsteinen, zwei Tuffsedimenten und neun Paläoseen herangezogen. Für den südlichen Abschnitt der Sahara verwendet man Sedimentuntersuchungen der großen Seen Afrikas. Das Ergebnis zeigte eine Feuchtphase, welche über die des frühen Holozäns hinausgeht und es somit einen noch größeren Einzugsbereich der Feuchtgebiete gab (DRAKE et al. 2011: 461). Somit kann man die Verhältnisse des Holozäns als gute Analogie für frühere Feuchtphasen verwenden.

3.3 Phylogeographie – Genuntersuchungen zur Abstammung des Menschen

Eine andere Theorie, um die Ausbreitung des modernen Menschen nachzuvollziehen, ist die Phylogeographie. Hier erstellte man anhand von mtDNA Proben einen Genbaum, welcher den geographischen Ursprung eines DNA-Strangs festlegen kann. Durch einzelne geographisch ausbreitende Genlinien kann man Migrationen folgern, wogegen man bei einer großen Vielzahl an Genlinien an einem Bezugspunkt auf eine Persistenz der Populationen schließen kann. Ein Nachteil dieser Methode sind die relativen Datierungen (OPPENHEIMER 2009: 3).

Der Ursprung des Homo sapiens vor knapp 200.000 Jahren konnte anhand der Untersuchungen bestätigt werden. Der am weitesten zurückreichende Genstrang ist auf 190.000 Jahre vor heute datiert und korreliert so mit den ältesten archäologischen Funden des Homo sapiens in Ostafrika. Des Weiteren kommen alle bis auf einen der primären Gensequenzen nur in Afrika vor. Dieser Genast L3 hat Abzweigungen in Afrika und zwei Äste außerhalb Afrikas, welche M und N genannt werden. Alle Menschen außerhalb Afrikas stammen somit von diesen beiden ab. Infolgedessen wird die Wanderung aus Afrika auf 83.500 (± 8.400) Jahre vor heute datiert und man geht von einer einmaligen Migrationsphase aus. Falls es mehrere Wellen der Ausbreitung gab sind diese durch genetische Drift verloren gegangen und nicht mehr nachweisbar (Oppenheimer 2009: 5).

Um die Route der Ausbreitung zu rekonstruieren, betrachtete man die Verteilung der L3 abstammenden Genzweige. Die Untergruppen M und N waren beide im Osten Eurasiens und in Südasien vorhanden, wogegen die Untergruppe N nur in der Levante und im Westen Eurasiens vorkam. Außerdem war die Möglichkeit Afrika über die nördliche Route durch die Sahara zu verlassen zwar zu bestimmten klimatisch günstigen Zeitpunkten möglich, wie die Funde aus der Levante zwischen 120.000 und 90.000 Jahren vor heute zeigen, doch liegt eine Lücke von 40.000 Jahren zwischen diesen und folgenden archäologischen Funden. Ein anderes Argument, welches gegen die nördliche Route spricht sind die genetischen Abstammungen. Australien wurde mindestens 50.000 Jahre vor heute besiedelt und man muss einen gewissen Zeitraum für die Ausbreitung des Menschen einrechnen, was demnach einen Migrationszeitpunkt von 55-60.000 Jahren vor heute vorgibt. Zu diesem Zeitpunkt herrschten aber vorwiegend aride Bedingungen, was eine Ausbreitung durch die Sahara nicht begünstigte (Oppenheimer 2009: 7). Man geht generell von einer Ausbreitungsroute entlang der Küsten aus (Oppenheimer 2009: 5). Dies hat den Grund, dass hier stets marine Ressourcen, als auch Trinkwasser bei geringem Tidenhub vorhanden waren (Oppenheimer 2009: 8). Diese Theorie wird jedoch im folgenden Kapitel intensiver verfolgt.

Da Australien vor Eurasien durch den Homo sapiens bevölkert wurde, versuchte man diese Verzögerung zu deuten. Aufgrund arider Verhältnisse des Korridors in Richtung Anatolien und Levante stellte dieser eine Barriere für die Ausbreitung dar. Gegen 50.000 Jahren vor heute während des D/O 14 gab es jedoch eine Verbesserung der Klimasituation, was begleitend in einem Anstieg des Meeresspiegels einherging. Des Weiteren würde dieser Zeitraum mit den ersten Funden aus dem Jungpaläolithikum in dieser Gegend korrelieren (Oppenheimer 2009: 9).

Eine weitere Möglichkeit der zeitlichen Eingrenzung bei der Ausbreitung des Menschen ergibt sich in Indien, wo es mächtige Tuffablagerung des Ausbruches des Mt. Toba vor 74.000 Jahren vor heute gibt. Da die Phylogeographie nur von relativen Datierungen ausgeht, bietet sich hier die Möglichkeit eines vulkanischen Markers, welcher eine absolute Datierung bietet. Man fand materielle Kultur des

frühen Menschen oberhalb und unterhalb der Tuffschichten. Infolgedessen muss die Ausbreitung des Menschen aus Afrika vor mindestens 74.000 Jahren stattgefunden haben, was als Bestätigung für die Datierung des L3 Genzweigs angesehen werden kann (Oppenheimer 2009: 9ff). Diese Eruption wird auch in Verbindung mit dem "genetic bottleneck" (Richter et al. 2012: 11) gebracht. Hierbei handelt es sich um einen Zeitraum geringer genetischer Vielfalt, woraus man eine geringe Populationsdichte des Homo sapiens vor 70.000 Jahren vor heute folgert, was eine Folge dieses Vulkanausbruchs sein könnte (Richter et al. 2012: 11).

Aufgrund geringer Fossilien- und Siedlungsfunde bewerten RICHTER et al. (2012: 20) dieses Modell jedoch eher als eine Art Leitmodell, welches für spätere Untersuchungen eine Grundlage bilden kann. Überdies ist dieses Modell nur auf den Homo sapiens ausgerichtet und vernachlässigt den Einfluss anderer Menschenspezies, welche in diesem Zeitraum lebten. Zum Beispiel wird eine Mischung zwischen Homo sapiens und Neandertaler außer Acht gelassen (Boivin et al. 2013: 4ff). Nichtsdestotrotz stimmen die DNA Untersuchungen mit den Datierungen der Funde früher Homo sapiens überein. Neuere SNP Untersuchungen aus dem Jahre 2011 gehen zudem von einem weiter südlich gelegenen Zentrum als Ursprungsort der Menschheit aus. Letztendlich könnte es aber auch mehrere Zentren für den Ursprung des Homo sapiens in Afrika gegeben haben (RICHTER et al. 2012: 11). Der Zeitpunkt der Migrationswelle geht jedoch in der Literatur auseinander. So schwankt dieser je nach Untersuchung zwischen 85.000 und 45.000 Jahren vor heute, was mit der Kalibrierung der mtDNA Uhr zusammenhängt (Boivin et al. 2013: 4ff).

3.4 Coastal Springs Modell - Küsten als Refugium und Ausbreitungskorridor

Wie zuvor erwähnt handeln einige Konzepte von einer relativ schnellen Ausbreitung des frühen Menschen entlang der Küstenebenen. FAURE et al. (2002: 47) gehen davon aus, dass aufgrund des absinkenden globalen Meeresspiegels in den Glazialen Süßwasser an den Küsten der Seen und Ozeane aus den wasserführenden Bodenschichten austritt. Dieses Phänomen wird vor allem anhand von drei Faktoren begründet. Zuerst einmal entwässern grundsätzlich alle Aquifere an den Küsten Süßwasser in die Weltmeere. Des Weiteren ist aus Unterwasserforschungen von Rohstofffirmen bekannt, dass Süßwasser vor der Küste austritt und morphologische Formen und Sedimentablagerungen vorhanden sind. Letztlich beziehen sie sich auf Darcy's Gesetz, demzufolge die piezometrische Höhe durch die Meeresspiegelabnahme zunimmt, da sich die Höhendifferenz zwischen Aquifer und Meeresspiegel vergrößert (FAURE et al. 2002: 47). Diese Süßwasserressourcen könnten nach FAURE et al. (2002: 48) der Ausbreitung des modernen Menschen gedient haben, indem sie neben Trinkwasser auch einen Zufluchtsort für mögliche Jagdtiere und Pflanzen bereitgestellt

haben. Da die Trockengebiete überwiegend aus Dünensanden bestehen und nur eine geringe Vegetationsbedeckung aufweisen, kann durch die porösen Bodenschichten eine hohe Menge an Niederschlägen in die Aquifere einsickern. Wobei das anstehende Grundgestein ebenso einen großen Einfluss auf das weitere Durchsickern des Niederschlages hat. Besonders in den Feuchtphasen wurden so große Mengen an Wasser aufgenommen. Durch geringe Fließraten von circa einem bis zwei Meter pro Jahr haben die Wassermassen im Reservoir eine hohe Verweildauer und es kann zehntausende bis sogar hunderttausende Jahre gespeichert werden bis es in das Meer entwässert wird (FAURE et al. 2002: 48ff). Das Nubische Sandstein Aquifer in der Ostsahara entwässert unterhalb der Meeresoberfläche der Topographie folgend eine große Menge an Grundwasser in das Mittelmeer, den Indischen Ozean oder das Rote Meer. Während der globale Meeresspiegel sinkt, erhöht sich der Druckgradient und es kommt zu erhöhtem Ausfluss von Grundwasser. Aber auch die Aquifere sickern weiter ein, jedoch im Verhältnis zum Meeresspiegel langsamer. Die Austrittsraten hängen in erster Linie von dem Gradienten ab. Zudem spielen Gestein, Tektonik und Relief eine Rolle (FAURE et al. 2002: 52ff).

Beispiele für Küstenquellen in der heutigen Zeit findet man am Toten Meer, Kaspischen Meer, dem Ostafrikanischen Grabenbruch oder auch an den Oasen der Sahara (FAURE et al. 2002: 49 ff). Eine sehr gute Analogie für die Theorie der Küstenquellen findet sich bei den Seen der Danakil Depression, welche unterhalb des Meeresspiegels liegen und so ein Szenario des abgesunkenen Meeresspiegels darstellen. Obwohl wir uns hier in einem hyperariden Klima befinden, treten die Grundwasser führenden Bodenschichten aus den Hängen der umliegenden Gebirge aus und man kann zahlreiche Quellen beobachten. Einige davon sind salzhaltig oder besitzen hohe Wassertemperaturen. Auch zur Zeit des Mittel- und Jungpaläolithikums muss dieses Phänomen aufgetreten sein, da besonders viele Artefakte in den Sedimenten der Küsten und Flüsse gefunden worden sind. Obendrein bieten die Sedimente einen guten Einblick in den Seespiegelstand der Vergangenheit, was Rückschlüsse auf das Klima erlaubt (FAURE et al. 2002: 50ff).

Zur Zeit des Eem vor 125.000 Jahren herrschten feuchtere Klimabedingungen und der Meeresspiegel lag drei bis sechs Meter höher als heute. Als sich nun das Klima änderte und es zunehmend kälter wurde, verringerten sich die Niederschläge und die Eisschilde und Gletscher begannen zu wachsen. Durch die gebundenen Wassermassen sinkt infolgedessen der Meeresspiegel und der hydrologische Gradient steigt an (vgl. Abb. 6). Weil der Druck der Wassersäule auf den Boden mit abnehmendem Meeresspiegel ebenso abnimmt, könnten sich neben der neuen Bildung von Küstenquellen in günstigen Bodenstrukturen auch alte Süßwasserquellen reaktivieren. In den Küstenebenen, welche eine Ausdehnung von 100 Kilometern erreichen können, könnte nun an jeder Stelle Süßwasser an die Oberfläche treten und so Grundlage für einen neu entstehenden Lebensraum sein. Da sich die

Lebensräume im Inland verringerten, könnten die Küsten als Refugium gedient haben und auch Grund für eine schnelle Ausbreitung des Homo sapiens entlang der Küsten gewesen sein (FAURE et al. 2002: 53ff). Belege kann man für dieses Konzept jedoch nicht aufführen, da die Küsten aufgrund des Anstiegs des Meeresspiegels in den letzten Jahrtausenden abgetaucht sind und somit die archäologischen Befunde überprägt wurden (ZIMMER 2006: 130). Aufgrund der Küstendynamik sind so generell nur Befunde aus dem Interglazial zu finden (BEYIN 2013: 210).

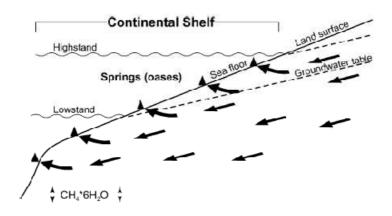


Abb. 6: Das Coastal Springs Modell. Durch einen absinkenden Meeresspiegel und zugleich ansteigendem Druck treten die Grundwasser führenden Bodenschichten nun an der Oberfläche anstatt unter dem Meeresspiegel aus. Es entstehen Küstenoasen, Zufluchtsorte und Lebensräume für Menschen, Tiere und Pflanzen.

Quelle: FAURE et al. 2002: 48

4. Paläogeographische Untersuchungen

Im folgenden Kapitel werden die Routen der Ausbreitung des modernen Menschen in Hinblick auf die wissenschaftlichen Belege genauer betrachtet. Zur Rekonstruktion der Küstenveränderungen werden die Meeresspiegelschwankungen untersucht. Da diese Schwankungen an die großräumigen Klimaverhältnisse gekoppelt sind, müssen auch die klimatischen Bedingungen im Hinblick auf die Ausbreitung des modernen Menschen betrachtet werden. Weitere Untersuchungen werden im Bezug auf tektonische Prozesse durchgeführt, da auch diese Prozesse eine relative Veränderung der Küstenlinie bewirken können. Dieses Kapitel bezieht sich überwiegend auf eine Ausbreitung entlang der Küsten mit Anschluss an eine nördliche oder südliche Route, weil diese Routen im Gegensatz zu anderen Routen im unmittelbaren Zusammenhang mit den Meeresspiegelschwankungen und den Küstenveränderungen stehen. Da es in dem Zeitraum der Ausbreitung des modernen Menschen sehr wenige Funde gibt und diese teilweise nicht eindeutig zu deuten sind, werden Analogien zum Holozän mit eingebracht. Gerade bei der Bergung von Unterwasserfunden gibt es eine hohe Fehlerquote und es kommt zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der anschließenden Auswertung (BAILEY et al. 2007: 166). Zusätzlich kommen besonders auf der Arabischen Halbinsel Probleme mit der Chronologie auf. Hier gibt es zwar viele Sites, jedoch keine Datierungen, wodurch es nur zu einer relativen Einordnung anhand der Typenserien der Artefakte kommt. Des Weiteren sind diese Funde Oberflächenfunde und liegen nicht innerhalb einer Stratigraphie, sodass diese zuvor transportiert werden konnten. Auch hier hilft man sich mit relativen Annäherungen, wie mit einer Deutung des Fundortes. Fand man Artefakte innerhalb ausgetrockneter Seen oder Flüsse, so geht man zu einer gewissen Wahrscheinlichkeit davon aus, dass zum Ablagerungszeitpunkt feuchtere Klimabedingungen vorherrschten (BAILEY et al. 2007: 134ff). Allgemein verursachen aber die Seespiegelschwankungen des Roten Meeres große Probleme bei der Überlieferung von Funden, da zuvor abgelagerte Artefakte durch den ansteigenden Seespiegel überprägt werden, wobei gerade die Küstenlinie äußerst destruktiv auf die Artefakte einwirkt. Ein anderer Aspekt, welcher im Folgenden angesprochen wird, sind mögliche Gründe für Wanderungsbewegungen des AMH in der Vergangenheit. Speziell wird geprüft, ob klimatische Gunstzeiten eine Voraussetzung für eine Wanderung waren oder ob diese weniger Einfluss auf die Ausbreitung hatten.

4.1 Tektonik und Topographie

Auf der geologischen Zeitskala ist der Zeitraum der Ausbreitung des Menschen verhältnismäßig kurz. Jedoch treten auch geologische Prozesse auf, welche in relativ kurzer Zeit das Bild der Landschaft zum Vor- oder auch zum Nachteil entwickeln können. Bei der Untersuchung beziehe ich mich vor

allem auf Störungen, sprich Auf- oder Abschiebungen, welche die Küstenlinie relativ zum Meeresspiegel anheben können sowie tektonischer Hebung an Plattengrenzen und Vulkanismus. Zudem kann es auch durch isostatischen Ausgleich zu einer relativen Hebung oder Senkung der Erdoberfläche kommen. Durch Entlastung einer abnehmenden Wassersäule bzw. durch die Zunahme des Druckes und Gewichtes bei einem Anstieg des Meeresspiegels kann lokal eine Veränderung des Reliefs zu verzeichnen sein (BAILEY & KING 2011: 1534). Eustatik und Isostasie sind ortsabhängig und verlaufen beide in unabhängiger Geschwindigkeit zueinander, weswegen die Rekonstruktion dieser Prozesse schwer ist (BAILEY & FLEMMING 2008: 2158). Infolgedessen muss diese Entwicklung der Vorgänge verstanden sein, um die aktuelle Lage von Fundstellen nachzuvollziehen und um auch bei zukünftigen Forschungsprojekten mögliche Fundorte schneller zu erkennen. Dabei ist anzumerken, dass eine Hebung zum einen für bessere Ablagerungsbedingungen sprechen kann (BAILEY & FLEMMING 2008: 2159), da sie eine Überprägung wie durch einen Meeresspiegelanstieg und somit eine Verlagerung der Küstenlinie, vermeidet. Zum anderen jedoch kann das Absinken im Meer Funde überprägen und zerstören oder auch je nach Ausgangslage erhalten. Denn neben dem Meeresspiegel spielen auch Faktoren wie Wind oder Sedimentfallen, beispielsweise Höhlen oder Löcher, eine Rolle (BAILEY & FLEMMING 2008: 2160). Nichtsdestotrotz ist die Erforschung von Sites in Ozeanen riskant und mit einem vorher nicht einzuschätzenden Ergebnis einhergehend. Im Hinblick auf diese Oberflächen gestaltenden Prozesse werden auch deren Wechselwirkungen mit dem Menschen aufgezeigt.

Betrachtet man die Tektonik des Untersuchungsgebietes, so findet man Korallenbänke, welche zur Zeit des Eem abgelagert worden sind und die im Vergleich zum globalen Meeresspiegel wenige zehn Meter höher liegen als erwartet. Im geologischen Sinne sind dies jedoch geringe Hebungsraten, wenn man es auf den Maßstab von über 100.000 Jahre bezieht (BAILEY & FLEMMING 2008: 2159). Diese Flanken, welche sich bei dem Auseinanderdriften der Platten vom Zentrum entfernt haben, sorgen für Dehnungsstrukturen, welche durch das Abkühlen der Gesteine entstanden sind. Diverse Studien gehen von einer Dehnungsrate im Roten Meer zwischen 7 und 16mm pro Jahr aus. Überschlägt man die Veränderung der Entfernungen im Laufe der Zeit, so kommt man bei 9mm Ausbreitung pro Jahr auf 18km in den letzten 1,8 Millionen Jahren. Für den modernen Menschen werden diese Änderungen in der Entfernung keinerlei bis kaum Auswirkungen auf die Ausbreitung haben, jedoch könnten diese Raten die Wanderungsbewegungen des Homo erectus vor 1,8 Millionen Jahren beeinträchtigt haben, besonders in Hinblick auf die Distanz einer möglichen Überquerung des Roten Meeres bei der Bab al-Mandab Enge (BAILEY et al. 2007: 142ff). Ein weiterer Faktor, welcher im Zusammenhang mit Meeresspiegelschwankungen auftritt, ist die Isostasie, welche im Gebiet des Roten Meeres bis zu 30% betragen kann. Folglich würde sich ein Meeresspiegelabfall von 100 Metern nur mit 70 Metern äußern, da es durch die Druckentlastung der Wassersäule zu einer Hebung der Erdoberfläche von 30 Metern kommt. Wogegen Meeresspiegelanstiege von 100 Metern durch den Effekt der Isostasie verstärkt werden und es so zu einer Hebung des Meeresspiegels um 130 Meter kommt (BAILEY et al. 2007: 138). Man erkennt die Sensibilität des Systems und dass sich regional Meeresspiegelschwankungen unterschiedlich auswirken können. Des Weiteren spielt die Topographie eine große Rolle. BAILEY & KING (2011: 1536) betrachten ausgehend von dem Ostafrikanischen Grabenbruch, wo im Zuge der Evolution des modernen Menschen die tektonischen Einflüsse und das Relief eine besondere Rolle gespielt haben sollen, den Zusammenhang zwischen der Rauigkeit des Reliefs und der möglichen Ausbreitung des modernen Menschen. Sie erstellten eine Roughness Map (vgl. Abb. 7), welche Unregelmäßigkeiten der Oberflächenformen anzeigt, welche nicht mit einer topographischen Karte zu vergleichen ist, jedoch oftmals Parallelen aufzeigen kann.

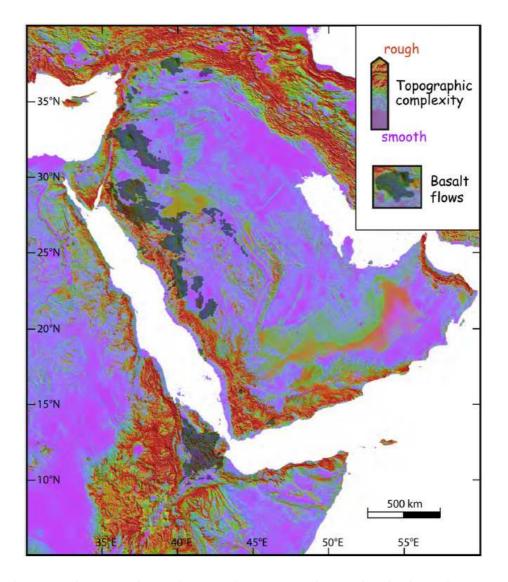


Abb. 7: Roughness Map des Untersuchungsgebietes. Ein bevorzugter Ausbreitungskorridor des modernen Menschen soll sich im Südwesten und entlang der Ostküste des Roten Meeres ergeben haben.

Quelle: Bailey & King 2011: 1547

Auf der einen Seite können tektonische Störungen die Oberfläche verändern, Barrieren entstehen lassen oder auch die Entwässerung oder Flussläufe negativ verändern (BAILEY & KING 2011: 1535). Auf der anderen Seite jedoch können im Zuge dieser Formungen Lebensräume mit neuen Eigenschaften entstehen und so Vorteile für den Menschen bringen (vgl. Abb. 8). Beispielsweise bilden sich aufgrund einer Stauung von Flussläufen Seen oder Feuchtbiotope. In Senken kann sich Wasser sammeln, Nischen in den Felsen oder gar Höhlen können zum Schutz gegen Tiere oder Konkurrenten dienen (BAILEY & KING 2011: 1548) oder taktische Vorteile bei der saisonalen Wildtierjagd können entstehen (BAILEY & KING 2011: 1534). Denn auch die Tierwanderungen verändern sich im Laufe des Jahres durch die Veränderung der Topographie und der Meeresspiegelschwankungen. Letztendlich sind diese Gebiete auch weniger anfällig für klimatische Schwankungen (BAILEY et al. 2012).

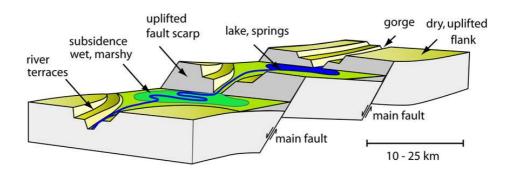


Abb. 8: Darstellung der Veränderung einer Landschaft durch tektonische Prozesse.

Quelle: BAILEY et al. 2012

Diese Oberflächenformen gehen oftmals mit Gebieten tektonischer Aktivität einher, was besonders im Untersuchungsgebiet der Fall ist. Auf der Abbildung 7 erkennt man im Südwesten in der Afar Region und dem Äthiopischen Hochland sowie im Gebiet des Golf von Aden und entlang der Gebirgszüge an der Ostküste des Roten Meeres somit mögliche topographisch günstige Bedingungen, welche der Ausbreitung des anatomisch modernen Menschen gedient haben könnten (BAILEY & KING 2011: 1537). Diese Route geht von dem Ostafrikanischen Grabenbruch aus und könnte sich in Richtung Jordan fortgesetzt haben, um sich zum Persischen Golf zu erweitern. Ähnlichkeiten in den Steinartefakten entlang dieser Route könnten diese Hypothese unterstützen (BAILEY & KING 2011: 1546ff). Hier bezieht man sich vor allem auf den Nubian Type II Levallois, welcher sowohl im Niltal als auch im südlichen Arabien auftritt (BEYIN 2013: 200). Des Weiteren kann man der Abbildung das Auftreten von Basaltflüssen entnehmen, welche dem Menschen als Rohmaterialien für Werkzeuge und Waffen gedient haben könnten (BAILEY & KING 2011: 1546). In Asfet an der Westküste des Roten Meeres in Eritrea konnten unter anderem diese verwendeten Basalte als Rohmaterialien für Artefakte nachgewiesen werden (BEYIN 2013: 204). Ein Gebiet mit sehr guten Bedingungen für die menschliche Besiedelung waren die Dahlak und Farasan Inseln. Zu Zeiten geringen

Meeresspiegelniveaus bildeten diese Inselgruppen durch neu aufgetauchtes Land einen attraktiven Lebensraum mit kleinen Bergen (BAILEY & KING 2011: 1548). Die günstigen Bedingungen lassen sich noch besser erahnen, wenn man die Topographie des Roten Meeres betrachtet. Der Norden mit dem Golf von Aqaba ist besonders steil und auch zu Zeiten maximaler Regression ergab sich keine Verbreiterung der Küstenlinie. Dagegen ist die Topographie im Süden sehr flach und die Küstenlinie hat sich beiderseits um mehr als 100 Kilometer verbreitert (BAILEY & FLEMMING 2008: 2159). Aufgrund morphologischer Formungsprozesse im Laufe der Zeit sah diese Küstenebene dementsprechend anders aus als zum heutigen Zeitpunkt (BAILEY & KING 2011: 1548), wo die Küsten mit Sand, Kies und Korallenriffen bedeckt sind (BAILEY & KING 2011: 1541). Die Farasan Inseln sind durch eine ähnliche Topographie und Roughness wie der Ostafrikanische Grabenbruch charakterisiert und man erhofft sich aufgrund des guten Erhaltungspotentials in der Zukunft auch Funde aus dem Pleistozän (BAILEY et al. 2007: 147).

Ein weiterer Aspekt ist die Salztektonik, welche auch besonders im Gebiet der Farasan Inseln auftritt. Zur Zeit des Miozäns kam es zwischen 25 und 5 Millionen Jahren vor heute zu besonders hohen Verdunstungsraten, welche die Ablagerung von Evaporiten begünstigten. Im Übrigen kam es zu einer Abtrennung der Verbindung des Roten Meeres von dem Indischen Ozean (BAILEY & KING 2011: 1541), was die Salinität steigerte. Da diese Salze eine geringere Dichte als umliegende Sedimente besitzen, liegt eine instabile Schichtung vor. Durch Flüssigkeitseintrag und somit Lösung der anstehenden Salze können Depressionen und Hohlräume entstehen, welche einen großen Einfluss auf tektonische Prozesse haben (BAILEY et al. 2007: 133ff). Durch einen Einbruch dieser Hohlräume könnte es so zu einem vertikalen Abfallen von Schichten kommen.

Die Theorie zur Ausbreitung des modernen Menschen anhand von topographisch tektonischen Gunsträumen lässt aber auch weniger begünstigte Regionen nicht außer Acht. Die Vulnerabilität jedoch, beispielsweise gegenüber klimatischen Veränderungen, steigt an und man geht davon aus, dass die Besiedlung von flachem Terrain ein höheres Maß an sozialer und technischer Entwicklung bedarf, um dieses Defizit auszugleichen (BAILEY & KING 2011: 1550). Obwohl tektonische Prozesse eher destruktive Folgen auf den Lebensraum und auch die Erhaltung von materieller Kultur haben, so geht man hier dennoch von bevorzugten Regionen für die Besiedlung des frühen Menschen aus (BAILEY & KING 2011: 1550ff). Des Weiteren sollen in diesem Terrain Strategien zur Anpassung an die Umwelt entstanden sein und eine verstärkte soziale Bindung innerhalb der Populationen hervorgegangen sein (BAILEY et al. 2012).

4.2 Anmerkungen zu den verwendeten GIS Datensätzen und der Analyse

Um die Analysen in Bezug auf die Veränderungen des Meeresspiegels und die Küstenveränderungen im Gebiet des Roten Meeres durchzuführen, wurde ein Datensatz verwendet, welcher mir von der CRC806-Database zur Verfügung gestellt wurde. Dieser baut auf dem Gebco08 Grid (General Bathymetric Chart of the Oceans) auf und besitzt eine Genauigkeit von 30 Bogensekunden. Erstellt wurde dieser mittels Tiefenmessungen von Schiffen und Gravitationsmessungen von Satelliten. Zudem wurden besser aufgezeichnete Regionen, welche mit anderen Hilfsmitteln aufgezeichnet wurden, mit in die Daten aufgenommen. Außerdem ist zu beachten, dass es trotz allem zu Fehlern in den Datensätzen kommen kann (Gebco 2013). Ein anderer Aspekt, welcher hier anzumerken ist, ist die Rekonstruktion der Meeresspiegelstände anhand von globalen Proxys. Folgernd sind beispielsweise tektonische Prozesse, welche ebenfalls einen Einfluss auf die Küstenlinie haben, nicht in diese Untersuchungen einbezogen.

Die Ausgangsdaten (The GEBCO_08 Grid, version 20091120, http://www.gebco.net) wurden im Zuge der Untersuchungen des SFB806 weiterverarbeitet. Hierbei wurden Rastermasken errechnet, um die Shapefiles für die jeweiligen Meeresspiegelstände, welche in Zehnerschritten aufgezeigt werden, unter Subtraktion der Landfläche zu erstellen.

Um anhand dieses Datensatzes eine thematische Karte zu erstellen, zieht man einen weiteren Datensatz mit den Grenzverläufen der Länder der Erde hinzu, was einen räumlichen Kontext herstellt (Bjørn Sandvik 2009, www.thematicmapping.org/downloads/world_borders.php). In der Software ArcMap10 von esri werden diese Datensätze miteinander verknüpft und die Analyse in Bezug auf Küstenlinienveränderungen, neben der Erstellung von thematischen Karten, durchgeführt.

Anfangs wird die Weltkarte geladen und auf das Untersuchungsgebiet fokussiert. Im Folgenden werden die Lables eingeblendet, damit Länderbezeichnungen innerhalb des Kartenbildes sichtbar werden. Neben dem Einstellen des Grids und der Koordinaten müssen zudem, abhängig der derzeitig bearbeiteten Karte, zusätzliche Annotations oder Bilddateien hinzugefügt werden. In Bezug auf die Meeresspiegelanalyse importiert man nun die Shapefiles des Datensatzes. Anschließend können die gewünschten Meeresspiegelpegel im Untersuchungsgebiet zu- oder weggeschaltet werden, um verschiedene Szenarien zu simulieren und die Veränderungen der Küstenlinie zu beobachten. Bei mehrfacher Auswahl für bessere Vergleiche muss demnach die Farbgebung verändert werden. Möchte man innerhalb einer thematischen Karte mehrere Szenarien unterschiedlichen Meeresspiegelniveaus darstellen, so muss man die Daten in der Layout View mehrfach einfügen, um so die verschiedenen Datensätze anzuzeigen. Im letzten Schritt werden im Layout-Modus Titel, Legende, Maßstab, Nordpfeil und weitere gewünschte Darstellungen eingefügt.

4.3 Klimageschichte und Meeresspiegelanalysen

SIROCKO et al. (2009: 53ff) sprechen von fünf Haupteinflussgrößen auf das Klimageschehen der Erde. Diese lassen sich in interne und externe Faktoren unterteilen. Auf der einen Seite gibt es interne Abläufe, wie die Zirkulation der Atmosphäre, welche schnell agiert, und Meeresströmungen, die verhältnismäßig langsamer agieren. Jedoch ist anzumerken, dass die Ozeane viel mehr Energie aufnehmen können und so eine höhere Wärmekapazität transportieren. Dementsprechend sind beide Zirkulationssysteme wichtig für den Wärmeaustausch zwischen dem Äquator und den Polen. Auf der anderen Seite stehen die externen Einwirkungen auf das globale Klima. Hierzu zählt unter anderem die orbitale Konstellation von der Erde zur Sonne. Man spricht hier von den Milankovic-Zyklen, welche Exzentrizität, Schiefe und Präzession beinhalten. Überschneiden sich diese Zyklen von 100.000, 40.000 und 20.000 Jahren zu einem gegebenen Zeitpunkt, so kommt es zu einer Erhöhung bzw. einem Defizit bei der solaren Einstrahlung, was mit den Zeiten der Glazialen und Interglazialen korreliert. Weitere externe Einflussgrößen sind die Sonnenaktivität, welche die Höhenstrahlung verändert und wo es im Zusammenspiel mit dem Erdmagnetfeld zu wechselnder Insolation im Laufe der Zeit kommt, wie im frühen Holozän, sowie Treibhausgase und vulkanische Aktivität. Die Treibhausgase verhindern zu großen Teilen die Ausstrahlung, wodurch es zu einer Erwärmung der Atmosphäre kommt. Der Ausbruch von Vulkanen ereignet sich meist ohne Vorwarnung und kann je nach Ausmaß so große Mengen an Partikeln in die Atmosphäre schleudern, sodass sich die Einstrahlung verringert und es zu einer Abkühlung der Temperaturen über einen größeren Zeitraum kommt.

Einige dieser Einflussgrößen, welche lang- oder auch kurzfristige Auswirkungen auf das Klima haben, lassen sich anhand von Klimaproxys messen. Proxys oder Proxydaten beschreiben mittels Relikten aus der Vergangenheit den Verlauf der kurz- bzw. langfristigen Klimaschwankungen innerhalb der Klimageschichte. Man kann das Paläoklima anhand von Sedimenten, vulkanischen Markern, Böden oder Seespiegel-/ Meeresspiegelschwankungen und vielen anderen Daten rekonstruieren. Diese werden nach der Probenentnahme im Labor datiert, um eine Chronologie zu erstellen (LAUER & BENDIX 2006: 280ff).

Die Marine Isotopic Stages (MIS) beschreiben das Verhältnis von ¹⁶O zu ¹⁸O Isotopen in Proben aus Sedimenten von marinen oder glazialen Bohrkernen. Aus ihnen lässt sich die globale Durchschnittstemperatur ableiten, wodurch sich Rückschlüsse auf das Klima der Vergangenheit ziehen lassen (LAUER & BENDIX 2006: 281). Geht man davon aus, dass die globale Temperatur abnimmt, so wachsen die Gletscher und es werden große Mengen an Wasser gebunden. Da mit der Temperatur zugleich die Verdunstung abnimmt, kommt es als Ergebnis zu einer Abnahme der Niederschläge. Neben dem Sinken des Meeresspiegels steigt der Salzgehalt an. Es wird trockener

(Renfrew & Bahn 2009: 166). Dabei ist der Anteil von ¹⁶O in den Gletschern höher, da dieses Isotop leichter ist und so durch den Regen abgelagert werden kann (Bailey et al. 2007: 137). Ein Nachteil für die Rekonstruktion von lokalem oder regionalem Klima ist jedoch, dass sich die Klimaeinflüsse je nach Untersuchungsgebiet verschieden verhalten können und so die Isotopenkurven nicht direkt anwendbar sind. So kann es je nach Gebiet zu einem stark abweichenden oder gegenteiligen Effekt des Klimatrends kommen, was im späteren Verlauf dieses Kapitels am Beispiel der Levante gezeigt wird. Auf der folgenden Abbildung (vgl. Abb. 9) ist die Rekonstruktion der Meeresspiegelschwankungen der letzten 200.000 Jahre dargestellt. Dabei wurde die Kurve des Roten Meeres mit Hilfe der Änderung der Salinität erstellt, die aus einer Veränderung der Zirkulation des Roten Meeres bei den Meeresspiegelschwankungen resultiert (Bailey et al. 2007: 137).

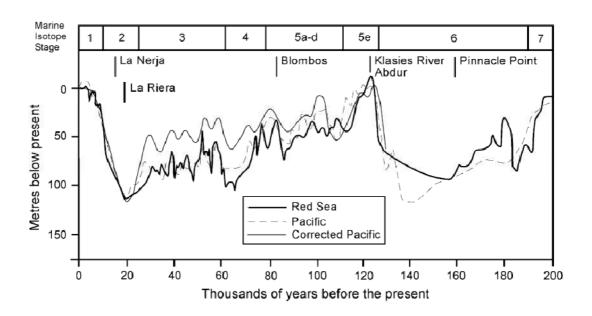


Abb. 9: Rekonstruktion der Meeresspiegelkurven der letzten 200.000 Jahre.

Quelle: Bailey & Flemming 2008: 2154

Allgemein ist eine Korrelation zwischen den drei dargestellten Kurven zu erkennen, wobei der Meeresspiegelstand des Roten Meeres in dem Zeitraum MIS 5d bis MIS 2 deutlich unterhalb der beiden anderen Kurven liegt. Durch den geringen Meeresspiegelstand und die hohen Verdunstungsraten im Untersuchungsgebiet könnte der Meeresspiegel so stärker gefallen sein als in anderen Gebieten. Ein Hochstand des Meeresspiegels ist zur Zeit der Eem Warmzeit am Anfang von MIS 5e zu erkennen und im heutigen Holozän. Der globale Meeresspiegel vor 130.000 bis 120.000 Jahren war jedoch ca. fünf bis sieben Meter höher als zum heutigen Zeitpunkt (LAMBECK et al. 2011: 3547). Weitere Zeitpunkte mit relativ hohem Meeresspiegel erkennt man im Zeitraum 80.000 Jahre vor heute und zu Beginn von MIS 3. Die maximale Regression des Meeresspiegels dagegen war zum Letzten Glazialen Maximum (LGM) vor 20.000 Jahren. Des Weiteren ist ein Zeitraum mit niedrigem

Meeresspiegel zur Zeit des MIS 4 zu verzeichnen. Der heutige Meeresspiegelstand erstreckte sich nur in 10-15% des Zeitraums der letzten 800.000 Jahre und verfolgt das Muster von 100.000 Jahres Zyklen, wie zuvor bei den orbitalen Parametern nach Milankovic erwähnt wurde. Das heutige Niveau stabilisierte sich vor sechs bis sieben tausend Jahren und der größte Teil der Küstensiedlungen vor diesem Zeitpunkt liegt demzufolge unter Wasser, was eine Rekonstruktion erschwert (LAMBECK et al. 2011: 3546).

Für eine Rekonstruktion der Küstenlandschaft im Untersuchungsgebiet muss man nun die Auswirkungen der Meeresspiegelschwankungen auf die Küstenebenen untersuchen. Zudem muss die Frage nach einer Barriere im südlichen Gebiet des Roten Meeres je nach Meeresspiegelniveau beantwortet werden, um die Möglichkeit einer Ausbreitung des modernen Menschen auf dieser Route zu den relevanten Zeitpunkten in Erwägung zu ziehen. Aufgrund der Topographie des Roten Meeres, welche im Norden sehr steil ist und nach Süden hin flacher wird, verbreitert sich die Küstenebene beiderseits um mehr als 100 Kilometer (Bailey & Flemming 2008: 2159). Auf der Abbildung 10 erkennt man in Zuge eines Szenarios die aufgetauchten Küstenebenen, welche bei dem Abfallen des Meeresspiegels um 100 Meter entstehen würden.

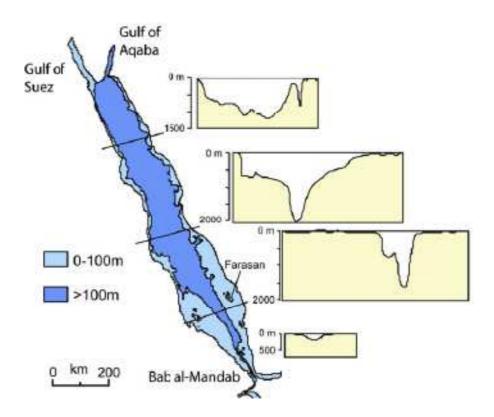


Abb. 10: Der Meeresspiegelstand des Roten Meeres bei einem Absinken des Meeresspiegels um 100 Meter. In Hellblau ist neu entstandenes Land entlang der Küstenebene zu erkennen. Dunkelblaue Bereiche kennzeichnen Gebiete, welche auch nach einem Absinken des Meeresspiegels um 100 Metern weiterhin gefüllt sind.

Quelle: BAILEY & KING 2011: 1549

Man sieht gut, dass im nördlichen Teil kaum neues Land entsteht und im Golf von Aqaba sogar keins (BAILEY et al. 2007: 138). Der Golf von Suez fällt trocken und verbreitert so den Korridor für die Ausbreitung über eine nördliche Route in die Levante (BAILEY et al. 2007: 141). Im südlichen Gebiet des Roten Meeres sind durch die hier aufgezeigte Topographie die seichten Küstenstreifen zu erkennen, welche beiderseits eine breite Küstenebene entstehen lassen. Innerhalb dieser verbreiterten Küstenebenen sind das Dahlak Archipel und die Farasan Inseln mit dem Festland verbunden (BAILEY et al. 2007: 138). Hier ragen kleine Berge aus dem Meer und diese ehemaligen Inseln bieten sehr günstige Lebensräume für die Menschen zu diesem Zeitpunkt (BAILEY & KING 2011: 1548).

Zum Bewerten einer möglichen Überquerung des Bab al-Mandab Kanals fokussieren wir genauer auf die Topographie der Engstelle. Heute hat der Kanal eine Breite von 29 Kilometern, unterteilt in 26 und 3 Kilometer Abschnitte. Zur Zeit des LGM ist man sich aber nicht eindeutig sicher, ob ein Kanal überhaupt existiert hat oder ob es eine sehr seichte, schmale Verbindung gegeben hat (BAILEY et al. 2007: 139). Hinweise in einem Bohrkern belegen aber eine durchgehende Verbindung und es konnten auch keine Evaporitablagerungen festgestellt werden, weswegen der Kanal stets Wasser geführt haben muss (BAILEY et al. 2007: 142ff). Zumindest ist dies für die letzten 450.000 Jahre belegt (BAILEY & KING 2011: 1543). Weiterhin ist umstritten, ob es sich um einen einzelnen Kanal oder um einen braided river handelte, was eine Überquerung vereinfachen würde (BAILEY et al. 2007: 140). Auf der Abbildung 11 sind vier Meeresspiegelstadien des Bab al-Mandab Kanals dargestellt. Hier wurden im Zuge einer GIS Analyse verschiedene Meeresspiegelsituationen untersucht, um zu erkennen, inwiefern sich die Distanz für eine mögliche Überquerung im Wechselspiel mit dem Abfallen des Meeresspiegels im Glazial verändert. Durch die Topographie haben so zehn Meter Schwankungen nicht immer dasselbe Resultat und es lassen sich so Schwellwerte erkennen, welche beim Überschreiten große Veränderungen auslösen. Zwar lag der Meeresspiegel im LGM weit über 100 Meter tiefer, jedoch liegt er zu den relevanten Zeiten der Ausbreitung maximal knapp über 100 Meter oder darunter (vgl. Abb. 9). Daher sind hier die Situationen bei einem Abfallen des Meeresspiegels um 40, 60, 80 und 100 Meter aufgezeigt. Wo man bei einem 80 und 100 Meter tiefer gelegenem Meeresspiegel kaum Unterschiede ausmachen kann, so zeigen sich besonders große Veränderungen, wenn man die Inselgruppe nördlich der Bab al-Mandab Enge bei Hanish Sill betrachtet. Bei einem Meeresspiegelstand von -60 zu -40 Metern verbreitert sich nicht nur der Kanal deutlich, sondern die Inseln tauchen ab, ihre Distanz zueinander vergrößert sich und sie verschwinden beinahe vollständig unter der Meeresoberfläche.

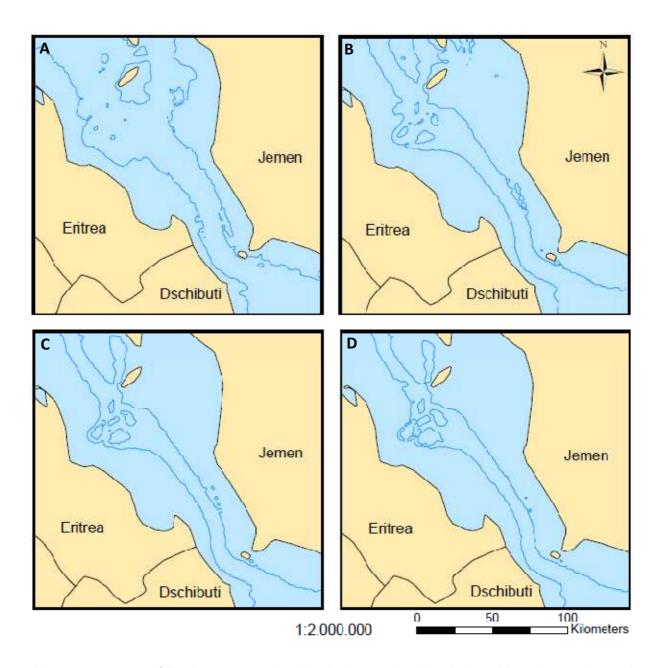


Abb. 11: Szenarien zum Abfallen des Meeresspiegels in den Glazialen im Gebiet des Bab al-Mandab Kanals. Von A bis D sind die Meeresspiegelstände von -40, -60, -80 und -100 Metern dargestellt. In Blau sind die Paläoküsten im Vergleich zu den heutigen Küstenlinien dargestellt.

Quelle: Eigene Darstellung

Zum Zeitpunkt der maximalen Meeresspiegelregression geht man nur von einer Tiefe des Kanals von 15 Metern ± 6 Metern und einer Breite von 4 Kilometern aus (BAILEY et al. 2007: 140). Folglich würde diese Engstelle keine Barriere für eine Ausbreitung des modernen Menschen darstellen und eine Überquerung würde nur eine geringe Gefahr darstellen. Zudem geht man von einer geringen Fließgeschwindigkeit aus und aufgrund der Länge des Kanals wären die Chancen abgetrieben zu werden äußerst gering. Ebenso vermutet man, dass die Inselgruppe als Zwischenziel hätte

angesteuert werden können, um die Distanz zu verringern (BAILEY et al. 2007: 141). Daher folgert man, dass über Tausende von Jahren im Pleistozän eine Überquerung durch schwimmen oder rifting ohne weitere Probleme möglich gewesen wäre (BAILEY & KING 2011: 1543). Vor 1,4 Millionen Jahren, bei der Ausbreitung des Homo erectus, zieht man sogar eine Landverbindung in Betracht (BAILEY & KING 2011: 1544). Betrachtet man die Struktur des Kanals genauer (vgl. Abb. 12) so sticht deutlich die steile Topographie des Hanish Sill Grabens hervor, was den zuvor genannten Schwellwert erklärt.

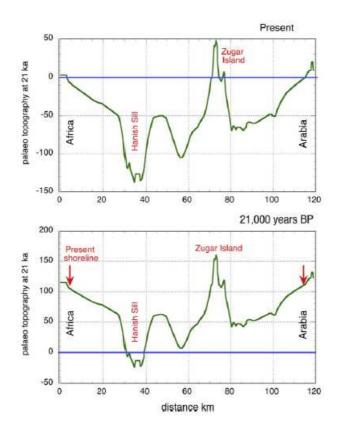


Abb. 12: Querschnitt durch den Bab al-Mandab Kanal vor 21.000 Jahren und der heutigen Situation. Deutlich ist hier die steile Topographie des Kanals zu erkennen. Als Ergebnis dieser haben Meeresspiegelschwankungen in Zeiten niedrigen globalen Seespiegels nur eine geringe Auswirkung auf die Breite des Kanals.

Quelle: LAMBECK et al. 2001: 3565

Aufgrund dieser Gegebenheit wirken sich Meeresspiegelschwankungen kaum auf die Breite des Kanals aus. So gab es in den letzten 120.000 Jahren viele Möglichkeiten der Überquerung, wo der Kanal nur eine Breite von vier bis fünf Kilometern besaß (LAMBECK et al. 2011: 3566). Die kürzeste Distanz einer Überquerung würde sich in Hanish Sill ergeben, da es bei maximaler Regression mehrere seichte Kanäle mit Inseln gäbe, welche jeweils mit Distanzen von einem bis drei Kilometern zu erreichen wären (LAMBECK et al. 2011: 3568ff). Die Zeiträume an denen eine Überquerung mit geringer Distanz möglich wäre sind auf der folgenden Abbildung dargestellt (vgl. Abb. 13). Bis zu einem Meeresspiegelanstieg, der 50 Meter unterhalb des heutigen Pegels liegt, wäre die Distanz

unwesentlich breiter. Man erkennt, dass es viele Zeitpunkte gibt an denen die Entfernung unter fünf Kilometern liegt. Des Weiteren sind einige Zeiträume viele Tausende von Jahren lang, sodass eine hohe Chance für eine mögliche Überquerung bestanden hat.

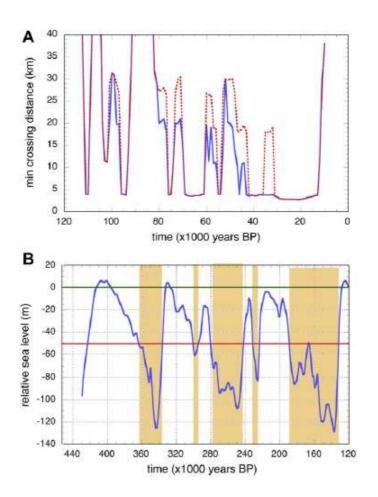


Abb. 13: (A) Distanz zur Überquerung des Kanals innerhalb der letzten 120.000 Jahre. (B) In brauner Farbe sind die Zeiträume mit einem Meeresspiegelniveau unterhalb von -50 Meter hervorgehoben. Zu diesen Zeitpunkten war die Distanz weniger als 5 Kilometer.

Quelle: LAMBECK et al. 2001: 3567

Wie zuvor erwähnt, würde die Entfernung kein Hindernis für eine Wanderung des Homo sapiens in Richtung Arabische Halbinsel darstellen. Ebenso weil keinerlei spezielle Technologie, soziale oder kognitive Entwicklungen entdeckt werden konnten und auch die Frage nach Booten oder dem Transport von Kindern nicht beantwortet werden kann, beschränkt man sich auf die langen Zeiträume, in denen eine Überquerung möglich gewesen wäre (LAMBECK et al. 2011: 3568).

Bedenkt man nun das Fehlen einer Barriere auf der südlichen Route so ist diese keinesfalls gegenüber anderen Routen begünstigt. Denn zu diesen Zeitpunkten ist auch die nördliche Route attraktiver für eine Ausbreitung gewesen (BAILEY et al. 2007: 142). Durch das Abfallen des Meeresspiegels von 50 Meter, wo eine Überquerung bei geringer Distanz im Süden möglich gewesen

wäre, fällt zudem auch der Golf von Suez trocken (vgl. Abb. 14). Dies war noch bis vor 14.000 bis 16.000 Jahren der Fall (BAILEY et al. 2007: 142). Dementsprechend würde sich die Route in die Levante verbreitern und die Chance auf eine Migration erhöhen. Analysiert man die verschiedenen Meeresspiegelstände im Norden des Roten Meeres kann man den 50 Meter Schwellwert bestätigen, da der Gewässerlauf im Golf von Suez schon bei – 60 Meter unterbrochen ist. Bei – 70 oder – 80 Meter wäre nur noch der südlichste Teil mit Wasser gefüllt. Der Golf von Aqaba zeigt kaum eine Veränderung der Küstenlinie und dies ändert sich auch nicht bei einem Abfallen des Meeresspiegels um 100 Meter.

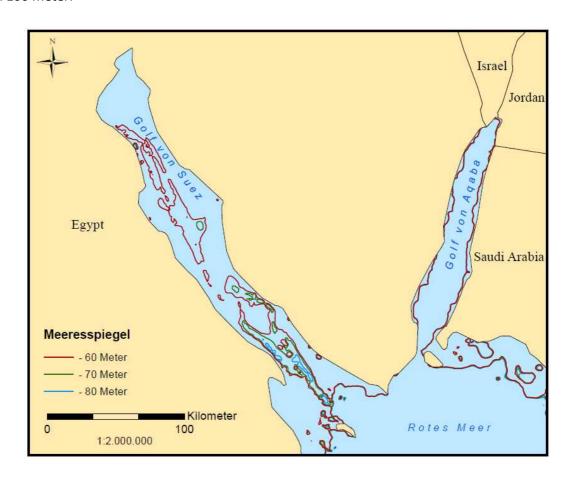


Abb. 14: Rekonstruktion der Küstenlinie des Golfs von Suez und des Golfs von Aqaba.

Quelle: Eigene Darstellung

Setzt man die Route im Norden fort, so findet man auch im Gebiet des Euphrat und Tigris günstige Bedingungen für eine Ausdehnung des Menschen. Des Weiteren könnte der angrenzende Korridor über den Golf von Oman bis nach Indien der Ausbreitung gedient haben (BAILEY et al. 2007: 141). Denn einige Überquerungszeiträume, sowohl im Norden als auch im Süden, überschneiden sich mit günstigen klimatischen Verhältnissen auf der Arabischen Halbinsel (LAMBECK et al. 2011: 3569). Um einen regionalen Vergleich angrenzender Gebiete ziehen zu können und mögliche günstige Korridore

für eine Ausbreitung zu untersuchen, müssen jedoch zuerst die Zeiträume günstiger klimatischer Verhältnisse in der Region des Roten Meeres eingegrenzt werden.

BAILEY et al. (2007: 145ff) sprechen von vier Feuchtphasen innerhalb der letzten 130.000 Jahre. MIS 5e ist hierbei die feuchteste Phase. Einen weiteren Zeitpunkt klimatisch günstiger Bedingungen gab es vor 80.000 Jahren, während des Überganges von MIS 5 zu MIS 4. Gegen 30.000 bis 20.000, möglicherweise auch schon früher ab 45.000 Jahren vor heute, erstreckte sich eine weniger feuchte Phase, welche aber weniger relevant für den Auszug aus Afrika ist. Die vierte Phase begann als es im frühen Holozän durch einen Anstieg der Sonneneinstrahlung wieder feuchter wurde. Neben diesen Zeiträumen herrschten aber auch in großen Teilen von MIS 3 relativ feuchte Verhältnisse. Folglich würde man nur hyperaride Bedingungen bei maximaler Regression des Meeresspiegels vorfinden. Bezieht man sich aber nun auf die Theorie der Küstenquellen (vgl. Kap. 3.4), so wären diese hyperariden Bedingungen im Inland besonders förderlich für einen Ausbreitungskorridor entlang der Küsten. Somit würde das Klima kaum einen Einfluss auf den Zeitpunkt der Ausbreitung des Menschen haben, da es zu jederzeit günstige Bedingungen, lokal oder regional, gegeben haben könnte. Folglich könnte man die Klimasituation nicht als Push-Faktor für eine Migration ansehen. Dennoch ist eine klimatische Gunstsituation für eine weitere Ausbreitung förderlich.

Der Süden der Arabischen Halbinsel, welcher saisonal unter dem Einfluss der Monsunzirkulation steht, könnte nach der Überquerung des Bab al-Mandab Kanals gute Rahmenbedingungen für eine weitere Ausbreitung entlang der Küste geben. Betrachtet man die materielle Kultur in jüngerer Vergangenheit, so korrelieren die Funde in ihrer Verteilung mit den saisonalen Niederschlägen des Monsuns (Lézine et al. 2010: 425ff). Man erkennt eine saisonale Wanderung zwischen Küste und Hochland. Dennoch befinden wir uns trotz des zusätzlichen Niederschlages in einem ariden bis semiariden Gebiet (LÉZINE et al. 2010: 427), was wir an den heutigen Jahresniederschlagssummen in Aden mit 57mm erkennen können. Entlang der Küste, wo erhöhte Niederschlagssummen auftreten, könnten zusätzlich Küstenquellen aus dem Boden treten, welche ein Feuchtgebiet entstehen lassen. Auf der anderen Seite würde das Hochland, wo es aufgrund der orographischen Höhe ebenfalls zu erhöhtem Niederschlag bis zu 1000mm kommt (Lézine et al. 2010: 413), im Zuge der tektonischen Untersuchungen im vorherigen Kapitel ebenfalls für günstige Ausbreitungsbedingungen stehen. Außerdem gibt es Hinweise auf Seen im Inland, welche wahrscheinlich durch den Abfluss des Hochlandes gespeist werden konnten und es somit zeitweilig Zugang zu Oberflächenwasser gab (LÉZINE et al. 2010: 427). Allgemein besteht in Arabien das Problem, dass zwar Funde aus verschiedenen Kulturepochen vorhanden sind, teilweise auch mit denen auf der gegenüberliegenden Küste des Roten Meeres übereinstimmen (BAILEY et al. 2007: 147), diese aber nicht eindeutig datiert und in eine Stratigraphie eingeordnet werden können (BAILEY et al. 2007: 134ff), weswegen es keine Hinweise auf den Zeitpunkt bzw. überhaupt Belege für eine Ausbreitung des Menschen über diese Route gibt. Aber auch auf der afrikanischen Seite fehlen die Fossilien, die auf eine Besiedelung des Menschen hinweisen (RICHTER et al. 2012: 12).

Verfolgt man eine nördliche Route über die Sinai Halbinsel in die Levante, treten aufgrund der sich vergrößernden geographischen Breite andere Klimaeinflussgrößen auf. Die Region der Levante ist ebenfalls wie das Rote Meer besonders wichtig für die Ausbreitung des modernen Menschen, da sie nicht nur angrenzt, sondern auch der unmittelbare Weg nach Europa ist. In dem Klima dieses Gebietes könnte der Schlüssel liegen, warum der Mensch Europa erst zu einem späteren Zeitpunkt erreicht hat und weswegen er Australien, der Theorie zu Folge, früher besiedelt hat. Des Weiteren schließt man aus guten Voraussetzungen für eine Wanderung im Ausgangsgebiet nicht direkt auf eine erfolgreiche Ausdehnung, wenn man zwangsläufig auf andere Barrieren unterwegs stößt. Daher müssten auch angrenzende Regionen auf ihre klimatischen Eigenschaften überprüft werden, um den Zeitpunkt und die Gründe aktueller Theorien und Funde nachzuvollziehen. Jedoch würde dies über die Thematik und den Umfang dieser Arbeit hinaus gehen. Nichtsdestotrotz zeigen Untersuchungen in der Levante, dass es in den Glazialen, entgegen der allgemeinen Vermutung, feuchtere Klimabedingungen gab als in den Interglazialen (FRUMKIN et al. 2011: 438, JONES & RICHTER 2011: 363ff, BERTRAMS et al. 2012: 55). In größerem Maßstab betrachtet stehen hier klimatisch günstige Bedingungen gegenüber ariden Verhältnissen in der Sahara und Arabien. Während um das Rote Meer, in der Sahara und auf der Arabischen Halbinsel im Zuge trockener Klimabedingungen die Seespiegel fallen, sind im Nahen Osten, in der Türkei und im Gebiet des Jordan hohe Seespiegel während des LGM zu verzeichnen (JONES & RICHTER 2011: 369). Da die Proxys für die Rekonstruktion des Paläoklimas jedoch kritisch betrachtet werden müssen, ist die Frage nach dem Verhältnis zwischen Niederschlag und See- und Meeresspiegelschwankungen nicht eindeutig geklärt (JONES & RICHTER 2011: 370). Die Sauerstoffisotope zeigen, wie zu Beginn des Kapitels erwähnt, durch ihr Verhältnis die Niederschläge und Temperaturen an. Daher geht man generell von geringeren Niederschlagssummen und kälteren Verhältnissen in den Glazialen aus. Jedoch kann man diese Belege nur indirekt verwenden. Nach FRUMKIN et al. (2011: 444) handelt es sich hier eher um eine Änderung des also eine Änderung der Isotopenzusammensetzung Quelleffekts, Oberflächenwassers im östlichen Mittelmeer. Die Veränderungen gehen mit der Verteilung des globalen Eisvolumens einher und begründen sich überwiegend durch den Abfluss des Nils. Neben den Entwässrungen der abgetauten Gletscher lieferte nämlich der Nil nach verstärkten Niederschlagsereignissen erhöhte Süßwassermengen in das Mittelmeer. Dieses klimatische Phänomen, dass es in den Glazialen feuchter ist als in den Interglazialen wird durch ein Hochdruckgebiet über den Eismassen im Norden begründet. Dieses verschiebt durch seinen Einfluss auf die Zirkulation den zonalen Klimagürtel Richtung Süden, wodurch Zyklonen verstärkt über das

Mittelmeer ziehen und dort Feuchtigkeit aufnehmen können. Das Ergebnis dieser Verschiebung ist ein feuchteres, aber auch gemäßigteres Klima. Das Einflussgebiet reicht, was man auch sehr gut an der Verteilung des Tropfsteinwachstums sehen kann, bis zur nördlichen Negev (FRUMKIN et al. 2011: 445). Die südliche Negev ist von diesen zusätzlichen Niederschlägen ausgeschlossen, da es hier aufgrund der Gebirge im Westen einen Regenschatteneffekt gibt. Die hier genannten Proxys zur Rekonstruktion des Klimas geben einen guten Einblick in die glazialen Klimabedingungen der Levante. Jedoch können diese eher als Rahmenbedingung zur Orientierung in größerem Maßstab herangezogen werden. Lokale Proxys, wie Sedimente, geben dagegen eine bessere Einsicht in die tatsächlich örtlich vorherrschende Klimasituation und sind oftmals geeigneter (Bertrams et al. 2012: 70), da sich das Klima regional sehr stark unterscheiden kann (Bertrams et al. 2012: 56). Letztendlich müsste man hier eine neue Analyse des Klimas ansetzen, um ein Wechselspiel zwischen diesen Regionen zu untersuchen. Sicher ist aber, dass man sowohl in der Levante als auch im Gebiet des Roten Meeres kritisch mit Proxys umgehen muss. Besonders weil in vielerlei Hinsicht keine ausreichenden Funde vorhanden sind um zuvor gefolgerte Theorien oder Modelle zu belegen.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Untersuchungen dieser Arbeit haben gezeigt, dass eine Überquerung des Bab al-Mandab Kanals im Zuge einer südlichen Route in einem großen Zeitraum des Jungpleistozäns für lange Zeit möglich gewesen war. Im Weiteren wurde aufgezeigt, dass eine Überquerung auch ohne technologische Verbesserungen oder eine verstärkte soziale Vernetzung der Menschen möglich gewesen wäre (BAILEY & KING 2011: 1543). Zeitgleich darf man jedoch nicht außer Acht lassen, dass eine Regression des Meeres auch eine nördliche Route der Ausbreitung bevorzugt hätte, da der Golf von Suez in diesen Zeiträumen trocken fiel und so diesen Korridor verbreiterte (BAILEY et al. 2007: 142). Trotz genauerer Betrachtung aller Konzepte und Theorien zu den Ausbreitungsbewegungen des Homo sapiens fehlen dennoch Belege, um eine Route, einen Zeitpunkt oder einen Grund zu benennen. Besonders die Problematik der Meeresspiegelschwankungen (BAILEY & FLEMMING 2008: 2159) und tektonischen Prozesse (BAILEY & KING 2011: 1550) in der Vergangenheit und damit einhergehend der Verlust des Zugangs zu möglichen Funden machen eine Schlussfolgerung unmöglich. Aber auch mangelnde lokale Klimaarchive in Verbindung mit materieller Kultur erschweren Untersuchungen. Auf der einen Seite lässt sich erkennen, dass es große Zusammenhänge zwischen geologisch aktiven Gebieten, der Topographie und der geographischen Höhe gibt, was eine Ausbreitung in den Hochlagen bevorzugen würde. Auf der anderen Seite hingegen könnten aber auch die neu entstandenen Küstenlandschaften einer Ausbreitung gedient haben. Ob nun eine Ausbreitung des Menschen entlang der Gebirgszüge der Arabischen Halbinsel oder der Küsten des Roten Meeres aufgrund von klimatischen Gunstbedingungen in Zeiten arider Inlandbedingungen in Verbindung mit potentiellen marinen Ressourcen stattgefunden hat, ist ungewiss. Küsten sind jedoch generell sehr wichtig für die Menschen in Bezug auf marine Ressourcen (JONES & RICHTER 2011: 363). Dennoch gab es weder Funde einer angepassten Technologie, noch waren in den Funden ausschließlich Muscheln als Nahrungsquelle zu finden (BAILEY & FLEMMING 2008: 2156ff). Ebenso der einzige Fund eines Muschelhaufens bei Abdur um 125.000 Jahre vor heute soll durch ein Event abgelagert worden sein (BAILEY et al. 2007: 147). Infolgedessen könnten zukünftige Studien neue Einblicke in die Ausbreitung des Menschen geben (BAILEY & KING 2011: 1550). Gerade Unterwasseruntersuchungen haben in dieser Richtung ein großes Potential neue Erkenntnisse zu fördern (BAILEY et al. 2007: 149). Jedoch trifft man hier oft an finanzielle und logistische Grenzen, was diese Art der Forschung betrifft (BAILEY & KING 2011: 1551). Bei genauerer Betrachtung der Proxys stellt man fest, dass nicht alle uneingeschränkt verwendbar sind. Lokale Klimaarchive wie Sedimente zeigen beispielsweise das Paläoklima für eine Region genauer und repräsentativer an als globale Indikatoren, wie am Beispiel der Levante gezeigt wurde (BERTRAMS et al. 2012: 70). Aber auch eine Chronologie anhand einer Zuordnung von Typenserien zu einer Hominidenart zu erstellen ist nicht immer zweckmäßig, da das Verhaltenspaket des anatomisch modernen Menschen nicht immer

ausschließlich auf diesen hinweist, sondern es lokal oftmals zu einer Überschneidung kam (BOIVIN et al. 2013: 2). Das Modell der Küstenquellen könnte in Zeiten arider Bedingungen an den Küsten für neue Lebensräume oder Refugien stehen. Aber auch hier zählen dieselben Argumente, wie die für eine Ausbreitung entlang der Küste. Die Belege sind eingeschränkt und man kann nicht sagen, ob es sich hierbei um ein stabiles System handeln könnte oder ob es nur vereinzelte lokale Stellen mit Unterbrechungen entlang der Küstenebene gibt (BOIVIN et al. 2013: 3). Folglich müssen auch in der Zukunft weitere Studien in dieser Richtung durchgeführt werden und gerade durch den Mangel an Funden könnte jeder neue Fund einen ganz anderen Blickwinkel auf die Thematik offenbaren. Eine dieser Regionen könnte sich an der Westküste des Roten Meeres in Eritrea befinden (BEYIN 2013: 205). Neben der Site von Abdur liegt innerhalb des Golfs von Zula auch Asfet, wo man eine Verbindung zwischen dem Niltal und Südarabien anhand von Typenserien folgerte (BEYIN 2013: 196ff). An der Westküste könnte somit eine ausgedehnte Küstenbesiedlung stattgefunden haben, da sich die Küstenebene besonders in dieser Gegend stark verbreiterte und sich diese zudem in der Nähe zur Bab al-Mandab Straße befindet (BEYIN 2013: 210). Infolgedessen könnten in der Zukunft hier erste Belege auftauchen, welche ein neues Licht auf die Ausbreitung des Menschen werfen. Unter diesen Gesichtspunkten darf man aber nicht die anderen möglichen Korridore für eine Ausbreitung des Menschen unberücksichtigt lassen. Fest steht, dass die Grüne Sahara ebenso Wanderungen des Homo sapiens begünstigt haben könnte und auch Nordafrika als Ausgangspunkt für den Auszug aus Afrika in Frage kommt. Alle Theorien geben zwar wissenschaftliche Belege an, können jedoch nicht die der anderen Modelle widerlegen.

6. Literaturverzeichnis

- Aguado, E., Burt, J. E., 2001. Understanding Weather and Climate. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Bahlburg, H., Breitkreuz, C., 1998. Grundlagen der Geologie. Enke, Stuttgart.
- Bailey, G. N., Flemming, N. C., King, G. C. P., Lambeck, K., Momber, G., Moran, L. J., Al-Sharekh, A., Vita-Finzi, C.,
 2007. Coastlines, Submerged Landscapes, and Human Evolution: The Red Sea Basin and the Farasan Islands.
 Journal of Island & Coastal Archaeology 2, 127-160.
- Bailey, G. N., Flemming, N. C., 2008. Archaeology of the continental shelf: marine resources, submerged landscape and underwater archaeology. Quaternary Science Reviews 27, 2153-2165.
- Bailey, G. N., King, G. C. P., 2011. Dynamic landscapes and human dispersal patterns: tectonics, coastlines, and the reconstruction of human habitats. Quaternary Science Reviews 30, 1533-1553.
- Bailey, G., King, G. C. P., Devès, M., Hausmann, N., Inglis, R., Laurie, E., Meredith-Williams, M., Momber, G.,
 Winder, I., Alsharekh, A., Sakellariou, D., 2012. DISPERSE: dynamic landscapes, coastal environments and human dispersals. http://www.antiquity.ac.uk/projgall/bailey334/, 2013-08-06.
- Balter, M., 2011. Was North Africa The Launch Pad For Modern Human Migrations?. Science 331, 20-23.
- Bertrams, M., Protze, J., Löhrer, R., Schyle, D., Richter, J., Hilgers, A., Klasen, N., Schmidt, C., Lehmkuhl, F., 2012.
 Multiple environmental change at the time of the Modern Human passage through the Middle East: First results from geoarcheological investigations on Upper Pleistocene sediments in the Wadi Sabra (Jordan). Quaternary International 274, 55-72.
- Beyin, A., 2013. A surface Middle Stone Age assemblage from the Red Sea coast of Eritrea: Implications for Upper
 Pleistocene human dispersals out of Africa. Quaternary International 300, 195-212.
- Bjørn Sandvik, 2009. World Borders Dataset. http://www.thematicmapping.org/downloads/world-borders.php,
 2013-08-06
- Boivin, N., Fuller, Q. D., Dennell, R., Allaby, R., Petraglia, M. D., 2013. Human dispersal across diverse
 environments of Asia during the Upper Pleistocene. Quaternary International 300, 32-47.
- Collaborative Research Center 806, 2013. Temporal Foci, Spatial Foci and Methodology. http://www.sfb806.uni-koeln.de/, 2013-08-06.
- Dennell, R., Roebroeks, W., 2005. An Asian perspective on early human dispersal from Africa. Nature 438, 1099-1104.
- Drake, N. A., Blench, R. M., Armitage, S. J., Bristow, C. S., White, K. H., 2011. Ancient watercourses and biogeography of the Sahara explain the peopling of the desert. PNAS 108, 458-462.
- Faure, H., Walter, R. C., Grant, D. R., 2002. The coastal oasis: ice age springs on emerged continental shelves. Global and Planetary Change 33, 47-56.
- Frumkin, A., Bar-Yosef, O., Schwarcz, H. P., 2011. Possible paleohydrologic and paleoclimatic effects on hominin migration and occupation of the Levantine Middle Paleolithic. Journal of Human Evolution 60, 437-451.
- Garcea, E. A. A., 2012. Successes and failures of human dispersals from North Africa. Quaternary International 270, 119-128.
- Gebco 2013. Gridded bathymetry data. http://www.gebco.net/data and products/gridded_bathymetry_data/, 2013-08-06.
- Jones, M. D., Richter, T., 2011. Paleoclimatic and archeological implications of Pleistocene and Holocene environments in Azraq, Jordan. Quaternary Research 76, 363-372.

- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F., 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorol Z. 15, 259-263.
- Lambeck, K., Purcell, A., Flemming, N. C., Vita-Finzi, C., Alsharekh, A. M., Bailey, G. N., 2011. Sea level and shoreline reconstructions for the Red Sea: isostatic and tectonic considerations and implications for hominin migration out of Africa. Quaternary Science Reviews 30, 3542-3574.
- Lauer, W., Bendix, J., 2006. Klimatologie. Westermann, Braunschweig.
- Lézine, A. M., Robert, C., Cleuziou, Z., Inizan, M. L., Braemer, F., Saliège, J. F., Sylvestre, F., Tiercelin, J. J., Crassard, R., Méry, S., Charpentier, V., Steimer-Herbet, T., 2010. Climate change and human occupation in the Southern Arabian lowlands during the last deglaciation and the Holocene. Global and Planetary Change 72, 412-428.
- Mithen, S., 1996. The Prehistory of the Mind. Thames and Hudson, London.
- Natural Environment Research Council, 2013. WP-2 The Impact of AETs on early modern human populations in North Africa. http://c14.arch.ox.ac.uk/reset/embed.php?File=WP2.html, 2013-08-06.
- Oppenheimer, S., 2009. The great arc of dispersal of modern humans: Africa to Australia. Quaternary International 202, 2-13.
- Osborne, A. H., Vance, D., Rohling, E. J., Barton, N., Rogerson, M., Fello, N., 2008. A humid corridor across the Sahara for the migration of early modern humans out of Africa 120,000 years ago. PNAS 105, 16444-16447.
- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J., Jordan, T.H., 2008. Allgemeine Geologie. Spektrum, Heidelberg.
- Renfrew C., Bahn, P., 2009. Basiswissen Archäologie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- Richter, J., Hauck, T., Vogelsang, R., Widlok, T., Le Tensorer, J. M., Schmid, P., 2012. "Contextual areas" of early Homo sapiens and their significance for human dispersal from Africa into Eurasia between 200 ka and 70ka.
 Quaternary International 274, 5-24.
- Riemer, H., 2009. Risks and Ressources in an Arid Landscape: An Arachaeological Case Study from the Great Sand Sea, Egypt. In: Bollig, M., Bubenzer, O., African Landscapes. Springer, New York, 119-157.
- Schenk, W., Schliephake, K., 2005. Allgemeine Anthropogeographie. Klett, Gotha.
- Schultz, J., 2000. Handbuch der Ökozonen. Ulmer, Stuttgart.
- Schultz, J., 2008. Die Ökozonen der Erde. Ulmer, Stuttgart.
- Schminke, H.U., 2010. Vulkanismus. Primus, Darmstadt.
- Senckenberg, 2013. "Senckenberg Center for Human Evolution and Palaeoenvironment in Tübingen". http://www.senckenberg.de/root/index.php?page_id=12793, 2013-08-06.
- Sirocko, F., Kromer, B., Wernli, H., 2009. Ursachen von Klimavariabilität in der Vergangenheit. In: Sirocko, F., Wetter, Klima, Menschheitsentwicklung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 53-59.
- The Role of Culture in Early Expansions of Humans, 2013. The Project.
 http://www.roceeh.net/roceeh/index.php?id=2, 2013-08-06.
- Universität zu Köln, 2002. Klimastationen Afrika. http://www.uni-koeln.de/sfb389/e/e1/download/klimadiagramme/afrika gesamt.html, 2013-08-06.
- Universität zu Köln, 2012. Unser Weg nach Europa. http://www.portal.uni-koeln.de/sfb806.html, 2013-08-06.
- Walter, H., 1977. Vegetationszonen und Klima. Ulmer, Stuttgart.
- Walter, H., Lieth, H., 1960. Klimadiagramm-Weltatlas. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Zepp, H., 2008. Geomorphologie. Schöningh, Paderborn.
- Zimmer, C., 2006. Woher kommen wir? Die Ursprünge des Menschen. Spektrum, München.