

«Was wir als Anfänge glauben nachweisen zu können,
sind ohnehin schon ganz späte Stadien»
Jacob Burckhardt
(*Weltgeschichtliche Betrachtungen, Einleitung*)

Originaldokumente
© Verlag C.H.Beck

Vorwort:
Grenzen paläoanthropologischer Erkenntnis

Die Paläoanthropologie, die Wissenschaft von den fossilen Menschen, untersucht die Faktoren und Prozesse der Menschwerdung in ihrem räumlichen und zeitlichen historischen Zusammenhang. Weil sich aus den Ergebnissen der beteiligten Wissenschaften aber oft nur Indizien – wenn auch meist gut begründete – für die Evolution des Menschen ergeben, können in der Paläoanthropologie keine Aussagen im Sinne eines Richtig-Falsch-Schemas erwartet werden, sondern lediglich Hypothesen, die wahrscheinlicher sein können als andere.

Die Paläoanthropologie arbeitet mit naturwissenschaftlichen Methoden, ist aber dem Wesen nach historisch ausgerichtet. Die einzigen harten Beweise für die Stammesgeschichte des Menschen sind fossile Überreste, die aber nur äußerst spärlich zur Verfügung stehen. Fossilien tragen außer ihrer stummen Anwesenheit nichts zu ihrer Interpretation bei. Je nachdem, wer sich wann, wo und wie daran versucht, unterscheiden sich die Resultate erheblich: Das jeweilige wissenschaftliche und kulturelle Weltbild des Rekonstruktors, ideologische und religiöse Parameter bestimmen und bestimmen weithin das Ergebnis.

Fossilien sind tote Überreste ehemaliger Lebewesen, meist Knochen oder Zähne. Mit ihrer Interpretation beschäftigt sich die Wissenschaft der Paläontologie. Hypothesen zu historischen Vorgängen sind immer im weitesten Sinne Rekonstruktionen. Der geistige Vorgang des Rekonstruierens wird durch Vorbedingungen und Vor-Urteile geführt. Rekonstruktion ist aber auch eine Art Denk-Spiel, bei dem alle Gedanken zunächst zu-

gelassen sind. Welche als Argumente taugen, ergibt sich aus ihrer logischen Abwägung im Vergleich mit anderen Gedanken und bereits bestehenden Argumenten. Diese Modellbildung ist eine Annäherung an den Zustand innerer Logik und Geschlossenheit der jeweiligen Hypothese unter den von uns festgelegten Vorbedingungen.

In der Regel sind Knochen und Zähne überliefert, die als härteste Bestandteile des Organismus oft gut fossilisieren, falls die geologischen Voraussetzungen hierfür überhaupt gegeben sind. Es fehlen alle organischen Bestandteile, also beispielsweise Nervenzellen, Muskeln, Blutgefäße, Organe. Es gibt keine Hinweise auf physiologische Vorgänge. Soziale Verhaltensweisen und Traditionen sind ebensowenig fossilisationsfähig wie Emotionen, etwa Schmerz und Freude, ästhetisches Empfinden oder das Lachen eines Kindes. Auch die Sprache fossilisiert nicht, höchstens anatomische Merkmale der Sprechfähigkeit. Schon allein unter diesen Gesichtspunkten ist der paläontologische Erkenntnishorizont begrenzt und die Evolution des Menschen von der Paläoanthropologie nur unvollständig nachzuzeichnen.

Von einer historischen Wissenschaft, die ohne Urkunden oder überlieferte Objekte mit Inschriften aus historischen Epochen auskommen muß, mehr zu fordern, wäre vermessen. Schon jeder neue Fossilienfund kann aber zu neuen Hypothesen zur Stammesgeschichte des Menschen führen. Daher gibt dieses Buch einen Einblick in die Fragestellungen der modernen Paläoanthropologie und zeigt, wie Hypothesen zur Evolution des Menschen entwickelt und getestet werden können.

Afrika war die Wiege der Vor- und der Urmenschen; es gibt keinen einzigen Fossilienfund aus irgendeinem anderen Teil der Welt, der dies widerlegen könnte. Für *Homo erectus* ist der Ursprung in Afrika belegt, und für die modernen Menschen ist er sehr wahrscheinlich. Daher verdient der afrikanische Kontinent auch die besondere Beachtung, die ihm in diesem Buch zuteil wird.

Originaldokument
Wege der Hominiden-Forschung
© Verlag C.H.Beck

Die moderne Paläoanthropologie basiert auf der Evolutionstheorie und bewegt sich innerhalb der Grenzen der biologischen und geologischen Wissenschaften. Ihr Arbeitsgebiet reicht von den anatomischen und funktionellen Merkmalen bis zu der dem Menschen eigenen Kulturfähigkeit. Ein Test für die Wahrscheinlichkeit der im Hinblick auf diese Untersuchungsfelder aufgestellten jeweiligen Hypothesen sind die Fossilienfunde, die, wenn auch lückenhaft, es in ihrer Gesamtheit erlauben, die Evolution des Menschen nachzuzeichnen.

**Expeditionen in die Vergangenheit:
Gelände- und Laborarbeiten**

Trotz aller Funde fossiler Menschenreste fehlen im Puzzle der Stammesgeschichte der Hominiden mehr als 99,99 Prozent der Teile, die unsere Herkunftsgeschichte vollständig belegen könnten. Statistisch gesehen, steht zur Rekonstruktion von 100 Generationen nicht mehr als ein fossiles Knochen- oder Zahnfragment zur Verfügung. Die fossilen Funde sind zeitlich und räumlich nicht gleichmäßig verteilt, es gibt gravierende Fundlücken. Diese können nur langsam durch paläoanthropologische Feldforschung geschlossen werden. Die aufwendigen und daher teuren Expeditionen bedürfen gründlicher fachlicher und administrativer Vorbereitungen (zum Beispiel: Einholung der Arbeitserlaubnis im Gastland), die zum Teil mehrere Jahre beanspruchen.

Das Zielgebiet einer geplanten Expedition sollte zumindest drei Voraussetzungen erfüllen: 1. muß damit gerechnet werden können, daß in der interessierenden geologischen Zeitspanne in diesem Gebiet Vor- oder Urmenschen gelebt haben, 2. müssen dort damals Möglichkeiten der Fossilierung vorgelegen

haben und 3. müssen die potentiell fossilhaltigen Sedimentgesteine heute oberflächlich freiliegen oder zum Beispiel in Höhlen zugänglich sein.

Die ein- bis mehrmonatigen Geländeaufenthalte sind meist auf die regenfreien Zeiten begrenzt, in weiten Teilen Afrikas sind dies die Monate März bis November. Da die Einrichtung eines Forschungscamps vor allem in unzugänglichen Gebieten oft schwierig und der Dauerbetrieb zu teuer ist, finden die Arbeiten der beteiligten Wissenschaftler, seien es Sedimentologen (untersuchen Beschaffenheit und Bildung der fossilführenden Schichtlagen), Tektoniker (untersuchen die großräumige strukturelle Geologie eines Gebietes), Paläontologen oder Datierungsspezialisten, im Team statt. Dies hat den Vorteil, daß neu dokumentierte Fundstellen sofort im notwendigen Detail analysiert werden können. Die Dokumentation einer Fossilienfundstelle hat vor allem sicherzustellen, daß Funde exakt geographisch, zeitlich und im geologischen Verband lokalisiert werden. Funde ohne entsprechende Fundortangaben sind wissenschaftlich nahezu wertlos.

Die potentiellen Fundgebiete werden häufig nach typischen Erosionserscheinungen in Luftbildern vordefiniert und dann mit Hilfe von Satelliten-Navigationsgeräten in Geländefahrzeugen oder zu Fuß angesteuert. Je nach Vegetationsbedingungen wird die Oberfläche in Teams von bis zu 30 Helfern systematisch Zentimeter für Zentimeter nach Fossilresten abgesehen, die durch die Verwitterung des umgebenden Gesteins freiliegen. *Paläontologische* Grabungen finden statt, wenn die oberflächliche Funddichte sehr hoch ist oder wenn weitere Bruchstücke eines besonders wichtigen Fossils zu erwarten sind. Werden Artefakte (von Menschen geschaffene Gegenstände, zum Beispiel bearbeitete Steine) angetroffen, finden *archäologische* Grabungen statt. Je nach Erhaltungszustand müssen größere Fossilien bereits an der Fundstelle, zum Beispiel durch das Aufbringen einer Gipsmanschette vorläufig konserviert werden. Bei Grabungen wird das fossilführende Sediment mit Wasser aufgeweicht und, in dieser Weise gelöst, durch mehrere Siebgrößen geschlämmt, um Reste von Kleinsäufern und

anderen mit bloßem Auge kaum sichtbaren Fossilien sicherzustellen.

Alle geborgenen Stücke werden mit Fundnummern versehen. Die Katalogbezeichnungen geben meist die sammlungsverwaltende Institution und die Fundregion wieder. So bezeichnet zum Beispiel in der Katalognummer KNM-ER 1470 für einen *Homo rudolfensis*-Schädel (Abb. 9) vom Ostufer des Turkana-Sees KNM die Institution *Kenya National Museums*, ER die Fundregion *East Rudolf* (heute East Turkana) und 1470 die laufende Inventarnummer.

Die Präparation der Fossilienfunde erfolgt im Labor. Die umgebenden und manchmal sehr harten Sedimentschichten müssen entfernt und die Reste haltbar gemacht werden. Da alle Fossilien einzigartig sind, werden unmittelbar nach der Präparation Abgüsse erstellt, um die Folgen eines möglichen Verlustes des Originals abzuschwächen.

Die weiteren Untersuchungsmethoden ergeben sich aus dem Zustand des Objektes, aus den Fragestellungen der Bearbeiter und aus den jeweiligen technischen Möglichkeiten. So gehört die Computertomographie (zur Darstellung von im Knochen gelegenen Strukturen, zum Beispiel Zahnwurzeln oder Innenohr) heute zur Standarduntersuchung an Hominiden-Resten. Auch das Rasterelektronenmikroskop kommt häufig zum Einsatz, beispielsweise bei der Untersuchung der Mikroanatomie des Zahnschmelzes. Allerdings ist die Grundlage auch heute noch die detaillierte Vermessung anhand vorgegebener Meßstrecken. Für die bisher bekannten Hominiden-Reste sind allein fast 700 solcher Parameter, wie Längen, Breiten, Flächen, Winkel von anatomischen Strukturen und Proportionen dieser Werte zueinander festgelegt.

Fossilienfundstellen: Geologie und Datierung

Die Entstehung von Fossilienlagerstätten ist an die lokalen geologischen Bedingungen geknüpft. Nur wenn ein Ablagerungsgebiet zur Verfügung steht, in dem dort zerfallende oder antransportierte Skelettreste von Sediment überlagert und so vor

der weiteren Verwitterung geschützt werden, kann der Fossilisationsprozeß in Gang kommen. Potentiell gute Sedimentationsgebiete sind große, langsam absinkende Becken, wie sie beispielsweise im ostafrikanischen Grabenbruch (*Afrikanisches Rift*, Abb. 1) durch das Auseinanderdriften der kontinentalen Erdkruste entstehen.

Eine Freilegung fossilführender Schichten kann auch durch den gezielten Abbau umgebenden Gesteins erfolgen. Ziel solcher teuren Operationen sind allerdings nicht die nur wissenschaftlich wertvollen Fossilien, sondern die Gewinnung kommerziell nutzbarer Bodenschätze oder Gesteine. So waren die Hominidenfunde in Südafrika deshalb möglich, weil der in den fossilen Höhlen Transvaals enthaltene Travertin, ein fast reiner Kalkstein, als Baumaterial Verwendung fand. Die primären Höhlen Südafrikas befinden sich in mehr als 2 Milliarden Jahre altem Dolomitgestein. Sie wurden vor wenigen Millionen Jahren zuerst mit unter der Grundwasser-Oberfläche ausfallendem Travertin und später mit Sedimenten und Knochenresten von außen aufgefüllt. Als der Travertin zu Beginn des Jahrhunderts bergmännisch abgebaut wurde, blieb eine heute begehbare Aushöhlung entlang der Grenzen der mit Calcit verfestigten übrigen Höhlenfüllungen zurück.

Nur die Tatsache, daß das Fossilisationspotential im afrikanischen Grabensystem sehr hoch ist und die südafrikanischen Höhlenfüllungen teilweise kommerziell verwertbar waren, ist für die derzeitige Fundlage verantwortlich. Geologische Exploration, vor allem auch in den zahlreichen Höhlen- und Karstgebieten Afrikas, ist daher die Grundlage für die weitere Entdeckung neuer Hominiden-Fundstellen.

Die fossilen Reste werden spätestens durch ihre Bergung aus dem ursprünglichen geologischen Zusammenhang entfernt. Allerdings kann dies auch schon vorher durch Umlagerung oder Erosion einer Fundschicht geschehen. Für die zeitliche Einstufung der geborgenen Fossilien muß daher ihre ursprüngliche Lage in der geologischen Schichtfolge (*Stratigraphie*) rekonstruiert werden. Die im Fundgebiet vorliegende Stratigraphie wird anhand geologischer Profile ermittelt und beschreibt den sedi-

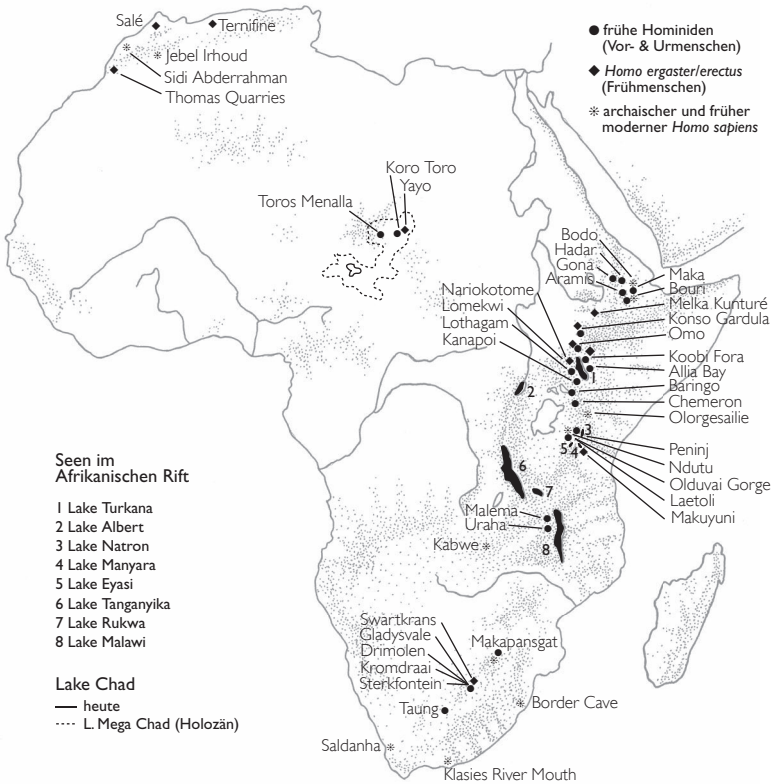


Abb. 1: Wichtige Hominiden-Fundstellen in Afrika

mentologischen Aufbau der geologischen Schichten. Hieraus läßt sich die Beschaffenheit (*Fazies*) des ursprünglichen Ablagerungsraumes durch einen bestimmten Zeitraum hindurch erschließen. Da im Normalfall verschiedene Faziestypen in derselben Schicht nebeneinanderliegen, beispielsweise Flußgerölle in ehemaligen Flußbetten neben Siltsteinen in ehemaligen Überschwemmungsgebieten, wird neben dieser Abfolge der Gesteinsschichten (*Lithostratigraphie*) das Konzept der *Biostratigraphie* angewendet: Durch vergleichbaren Organismeninhalt können

lithologisch unterschiedliche Schichten des Fundgebietes zueinander in Beziehung gesetzt werden. Nach ähnlichem Prinzip, aber auf kontinentaler Ebene, werden Vergleiche des Vorkommens von Tierarten (Faunenvergleich) für relative Altersdatierungen benutzt.

Die Benennung der geologischen Muttergesteine der Fossilfundstellen erfolgt nach internationalen Richtlinien meist als geologische Formation mit Untereinheiten, die oft *Unit*, *Bed* oder *Member* genannt werden. Sind in den Fundschichten die fossilführenden Einheiten durch Aschen- oder Tufflagen ehemaliger Vulkane voneinander getrennt, werden diese als Schichtgrenzen verwendet. Gleichzeitig können die Tuffe nach der von ihnen abgegebenen noch meßbaren Strahlung datiert werden (radiometrische Altersbestimmung) und geben so ein absolutes Mindestalter bzw. Höchstalter für die von der oberen bzw. unteren Tuffschicht umschlossenen, fossilführenden Lage an.

Absolute Altersbestimmungen beruhen darauf, daß radioaktive Isotope, die in kleinen Mengen in allen Stoffen neben den normalen Isotopen vorhanden sind, mit konstanten Raten zerfallen, unabhängig von Feuchtigkeit, Temperatur, Säuregehalt oder anderen äußeren Faktoren. Das am häufigsten verwendete Isotop ist Kohlenstoff ^{14}C , das durch die Sonneneinstrahlung in der oberen Atmosphäre ständig neu gebildet wird. Während so im lebenden Organismus, etwa in Knochen, das Mengenverhältnis des ^{14}C Isotops und der normalen ^{12}C Isotope konstant bleibt, beginnt beim Tod eines Tieres der Zerfall der ^{14}C Isotope in Stickstoff ^{14}N . Nach einer bestimmten Halbwertszeit (bei Kohlenstoff 5370 Jahre) ist nur noch die Hälfte der ursprünglichen ^{14}C Menge vorhanden. Durch exakte Messung des Mengenverhältnisses in einem fossilen Knochen kann so das Alter des Fragments bestimmt werden, in der Praxis bis auf ± 20 Jahre genau. Wegen der geringen Halbwertszeit können Funde, die älter sind als ca. 50 000 Jahre, mit ^{14}C nicht datiert werden. In der Paläoanthropologie kommt daher dem Isotop Kalium ^{40}K mit einer Halbwertszeit von ca. 1,3 Milliarden Jahren eine besondere Bedeutung zu. Da es nicht in Knochen, sondern in vulkanischen Produkten vorkommt, können damit

aber nicht die Funde selbst, sondern die in der Fundstelle darunter- und darüberliegenden Gesteinslagen vulkanischen Ursprungs datiert werden.

Steht datierungsfähiges Material nicht zur Verfügung, werden relative Datierungsmethoden angewandt. Die Faunendatierung kommt dann in Betracht, wenn Fossilien gefunden werden, die einer sich rasch verändernden Tiergruppe angehören. In Afrika sind dies vor allem Schweine (*Suiden*). Deren dritte Backenzähne (*Molaren*) werden als Leitfossilien benutzt. Während diese Zähne vor ca. 5 Millionen Jahren noch generell breit und niederkronig waren, entwickelten sich in den verschiedenen Linien schmale hochkronige Zähne, deren jeweiliger Entwicklungsgrad sich relativ gut durch einfache Meßmethoden darstellen läßt. Ist eine darauf begründete Biostratigraphie in einer Fundregion mit absoluten Altersdaten aus der radiometrischen Datierung umgebender Sedimente verknüpft, liefert sie auch für weiter entfernt liegende Fundregionen, in denen datierbare Sedimente fehlen, ungefähre Altersangaben, wenn die dort gefundenen Fossilien in die Biostratigraphie einfügbar sind.

Eine global anwendbare Datierungsmethode ist die Messung der magnetischen Polarität der in vielen Sedimenten enthaltenen Eisenpartikel. Ihre Richtungseinregelung entspricht der Ausrichtung des Erdmagnetfeldes zur Zeit der Sedimentablagerung. Da dieses im Laufe der Erdgeschichte häufig wechselte, konnte eine Magnetostratigraphie erarbeitet werden, die weltweit dieselben charakteristischen Zyklen aufweist. Eine örtliche Magnetostratigraphie paßt mit hoher Wahrscheinlichkeit nur in einen spezifischen Abschnitt der weltweiten Skala und trägt so zur Eingrenzung des Alters der untersuchten Schichten bei.

Die ältesten Gesteine der Erde sind weit über 3 Milliarden Jahre alt. Vor allem in Afrika sind sie weit verbreitet. Seit ca. 550 Millionen Jahren, dem Beginn des Erdaltertums (*Paläozoikum*) sind erhaltungsfähige Hartteile von Lebewesen bekannt, die ersten Fossilien. Landorganismen entstehen vor ca. 480 Millionen Jahren, erste Amphibien vor ca. 380 Millionen Jahren und erste Reptilien vor ca. 340 Millionen Jahren. Im Erdmittelalter (*Mesozoikum*) mit den Abschnitten *Trias* (251–200 Mil-

lionen Jahre), *Jura* (200–146 Millionen Jahre) und *Kreide* (146–65,5 Millionen Jahre) werden die Dinosaurier die beherrschenden Landlebewesen. Die Erdneuzeit (*Neozoikum*) beginnt vor ca. 65,5 Millionen Jahren mit dem großen Abschnitt des *Tertiär*, gefolgt vom *Quartär*.

Zeitalter	Zeitalter	Alter und Dauer
QUARTÄR	Holozän	11 800 Jahre bis heute
	Pleistozän	1,8–0,0118 Millionen Jahre
TERTIÄR	Pliozän	5–1,8 Millionen Jahre
	Miozän	23–5 Millionen Jahre
	Oligozän	34–23 Millionen Jahre
	Eozän	59–34 Millionen Jahre
	Paleozän	65,5–59 Millionen Jahre

Im Pleistozän herrschten in Europa mehrere Eiszeiten. Deren Auswirkungen waren in Afrika weniger drastisch als in Europa, die heutige afrikanische Tierwelt unterscheidet sich wenig von der des *Pliozän*. In Afrika spricht man daher meist von einem einheitlichen *Plio-Pleistozän*. Die ersten Vormenschen entstanden am Ende des *Miozän*. Das Alter der afrikanischen Hominiden-Fundstellen (Abb. 1) liegt zwischen ca. 7 Millionen Jahren und heute.