





Friedemann Schrenk

Biokulturelle Evolution früher Menschen

350.000 Generationen Menschheitsgeschichte (circa 7 Millionen Jahre) belegen eine große geografische Vielfalt an Vor-, Früh- und Urmenschen, zunächst in Afrika und seit etwa 100.000 Generationen auch darüber hinaus. Oft waren Klima- und Umweltveränderungen und ein Wandel der Nahrungsressourcen Auslöser für neue Entwicklungen.

Aufrechter Gang: Ursprung der Homininen

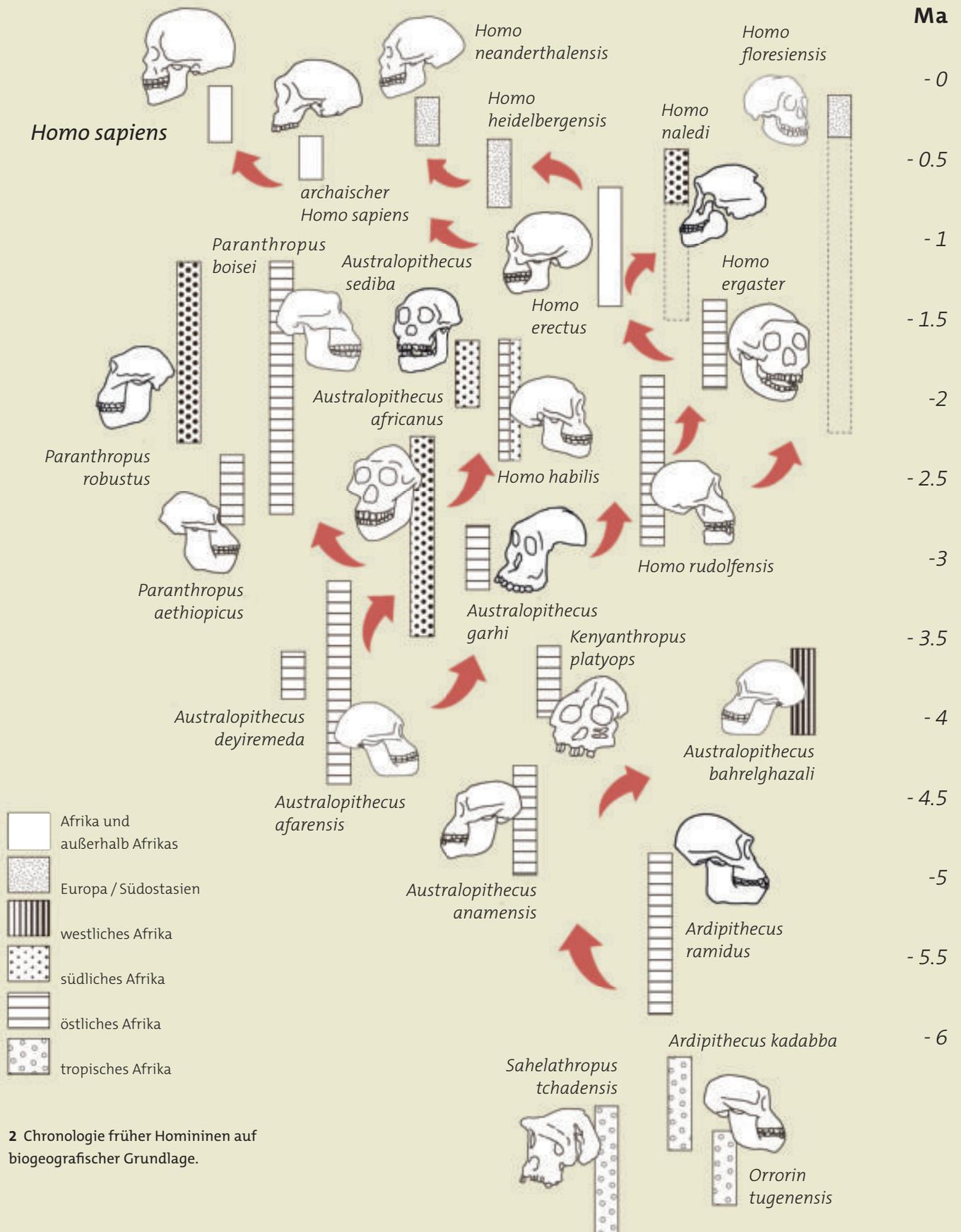
Seit über 30 Millionen Jahren lebten Menschenaffen in den Regenwäldern des tropischen Afrikas, die sich von der West- bis zur Ostküste des Kontinents erstreckten. Klettern, aber nicht Hangeln, gehörte zu den gemeinsamen Grundmerkmalen der modernen Menschenaffen. Daher haben unsere Vorfahren nie „auf den Bäumen“ gelebt, sondern waren Vierbeiner, die sich aufrichten und wahrscheinlich auch kurzzeitig stehen konnten.

Aufgrund weltweiter Klimaabkühlung seit dem Mittel-Miozän vor etwa 10 Ma (= Millionen Jahren) schrumpfte der tropische Regenwald, sodass einige Menschenaffenpopulationen neu die entstehenden afrikanischen Savannen besiedelten. Die fruchtereiche Nahrung des tropischen Regenwaldes wurde teilweise durch aquatische Nahrung ersetzt. Da Menschenaffen nicht schwimmen können, wateten sie bei der Nahrungssammlung durch seichte Gewässer, wodurch langfristig der zweibeinige Gang weiter stabilisiert wurde. Uferzonenhabitate in der Savanne waren somit das ideale Entstehungsgebiet für den aufrechten Gang.

Bei einer Ausdehnung der Savannen von mehr als 5 Millionen km² ist es unwahrscheinlich, dass der aufrechte Gang nur einmal entstand. Tatsächlich liefern alle Funde aus dieser Zeit (Kenia, *Orrorin*, circa 6 Ma, Äthiopien, *Ardipi-*

Abb. 2

1 Um auch die kleinsten Knochen zu finden, wird das Sediment einer Fundstelle in Malawi gesiebt.



thecus, circa 5,8 Ma, und Tschad, *Sahelanthropus*, circa 7 Ma) Hinweise auf den aufrechten Gang. Die geografischen Varianten der Ursprungspopulationen der frühesten Homininen waren entlang der Grenzen des schrumpfenden tropischen Regenwaldes miteinander verflochten. Auch die Reduktion der Eckzähne ist ein frühes Merkmal am Ursprung der Homininen. Dies lässt auf ein deutlich verändertes Sozialverhalten schließen, bei dem sich soziale Kognition und höhere Formen der Kooperation entwickelten.

Vormenschen im östlichen und westlichen Afrika

Die ältesten Funde von Vormenschen der Gattung *Australopithecus* stammen vom Südostufer des Turkana-sees in Kenia (*Australopithecus anamensis*, circa 4 Ma). Alle Australopithecinen besaßen ein Gehirn nicht größer als bei Schimpansen, große Backenzähne und dicken Zahnschmelz. Bezahnung und Kiefer waren dazu geeignet, harte und spröde Nahrung zu zerkauen oder kleine Partikel, wie zum Beispiel Nüsse und andere Samen, zwischen ihren flachen, breiten Backenzähnen zu zerquetschen.

Abb. 3

Da weder Körperbau noch kulturelle Errungenschaften eine effektive Verteidigung erlaubten, übernahm ein ausgeprägtes kooperatives Sozialverhalten die entscheidende Schutzfunktion vor Beutegreifern. Australopithecinen-Funde aus Laetoli (Tansania) und aus Hadar (Äthiopien) wurden gemeinsam der Beschreibung von *Australopithecus afarensis* zugrunde gelegt (3,7–2,9 Ma). *Australopithecus afarensis* (zum Beispiel „Lucy“) war circa 30 bis 50 kg schwer und etwa 1,20 m groß. Die Arme waren relativ lang, die Beine im Vergleich zum modernen Menschen sehr kurz. Der vollständig entwickelte aufrechte Gang war demnach noch recht kraftaufwendig.

Abb. 4

Der Nahrungserwerb dürfte relativ unspezialisiert gewesen sein: Früchte, Beeren, Nüsse, Samen, Schösslinge, Knospen und Pilze standen zur Verfügung. Unterirdische Wurzeln und Knollen konnten ausgegraben werden. Im Wasser und am Boden lebende kleine Reptilien, Jungvögel, Eier, Weichtiere, Insekten und kleine Säugetiere wurden ebenfalls nicht verschmäht. Aufgrund jahreszeitlicher Wechsel dürfte *Australopithecus afarensis* Strategien entwickelt haben, das vielfältige Nahrungsangebot entsprechend der Verfügbarkeit in einem saisonalen Lebensraum opportunistisch und bestmöglich auszunutzen.

Die Vormenschen erreichten nach und nach eine panafrikanische Verbreitung, allerdings wurde stets eine Verbindung zu den breiten Flussuferzonenhabitaten beibehalten. Im östlichen Afrika entstanden *Australopithecus deyiremeda*, *Australopithecus garhi* und *Kenyanthropus platyops*. Eine Teilpopulation expandierte bis in das Gebiet des heutigen Tschad (*Australopithecus bahrelghazali*).



3 Wichtige Homininen-Fundstellen in Afrika.

Vormenschen im südlichen Afrika

In Zeiten relativ warmen Klimas vor circa dreieinhalb bis drei Millionen Jahren breiteten sich Vormenschenpopulationen entlang von Uferzonen-Korridoren auch in das südliche Afrika aus. Der erste Fund eines Homininen in Afrika („Taung Baby“, 1925) führte zur Erstbeschreibung der Gattung *Australopithecus*. Die Mundregion springt vor, das Gesicht ist leicht schräg gestellt (*Prognathie*). Die Stirn ist wenig, der Überaugenwulst deutlich entwickelt. Die seitlichen Jochbeine sind kräftig ausladend, der Kiefer ist robust, ein Kinn fehlt. Charakteristisch ist die Kombination eines kleinen Hirnschädels (circa 450 cm³) mit einem Gebiss, in dem die Schneide- und Eckzähne winzig erscheinen, die Backen- und Vorbackenzähne aber fast doppelt so groß sind wie bei heutigen Menschen.

Die Lebensbereiche von *Australopithecus africanus* im südlichen Afrika waren Waldrandgebiete, oft in der Nähe von Flussläufen. Da es keine Anzeichen für Jagdverhalten gibt, wurden kleinere Tiere oder frischgerissenes Wild verspeist. Vermutlich vertrieben Vormenschen Beutegreifer kooperativ und gezielt, etwa durch Steinewerfen. Vormenschen ernährten sich in opportunistischer Manier von allem, dessen sie habhaft werden konnten, mit wechselnden Pflanzen- und Fleischanteilen entsprechend der Jahreszeit.

Abb. 2

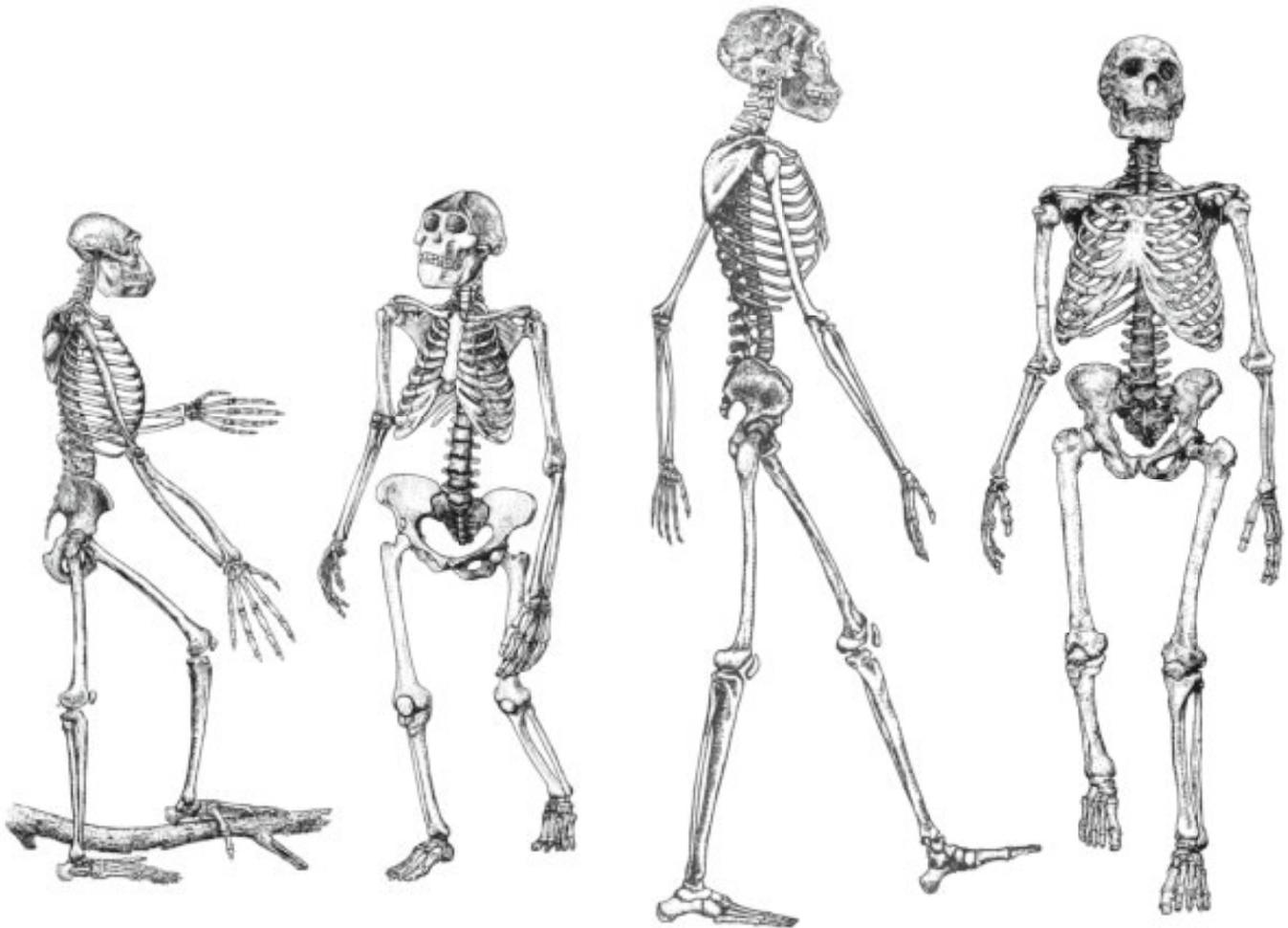
Auslöser Klimawandel: Expansion, Evolution, Kultur

Eine Phase globaler Abkühlung begann vor circa 2,8 Millionen Jahren. Ungefähr 15.000 Generationen lang, bis vor circa zweieinhalb Millionen Jahren, lebten Vormenschen in zunehmend extremeren Klima- und Umweltverhältnissen, die zu einer tiefgreifenden Änderung der Nahrungsgrundlagen und zu einer geografischen Verlagerung der Lebensräume führte. Hieraus resultierten passive Expansionen und evolutive Adaptationen ebenso wie der Beginn der biokulturellen Evolution der Gattung *Homo*.

Passive Expansion: Manche Organismen behielten ihre Vorliebe für jahreszeitliche Änderungen dadurch bei, dass sie zusammen mit dem schrumpfenden Biom (Ökosystem) äquatorwärts expandierten. Unter diesen „passiven Migranten“ waren auch Teilpopulationen von *Australopithecus africanus*, die sich entlang von Uferzonenkorridoren nach Norden ausbreiteten. Durch höhere Flexibilität des Verhaltens in dem neuen Lebensraum entstand *Homo habilis*.

Evolutive Adaptation: Einige Populationen von *Australopithecus afarensis* des östlichen Afrikas waren in der Lage, mit ihren Backenzähnen härtere Nahrung aufzuschließen, die in den offenen Lebensräumen reichlich zur Verfügung stand. Sie entwickelten einen breiten Gesichtsschädel und eine *megadonte* (übergroße) Bezahnung. Die Jochbögen waren kräftig und weit ausladend. Auf-

4 Skelettvergleich früher Homininen.



Rekonstruktion
Ardipithecus ramidus
Größe: circa 1,20 m
Alter: circa 4,4 Millionen Jahre

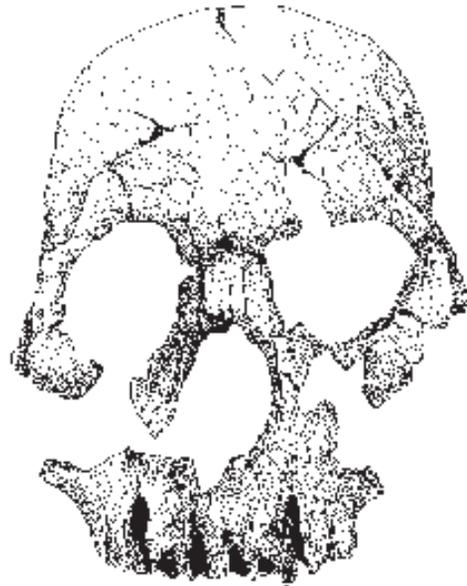
Rekonstruktion von Lucy
Australopithecus afarensis
Größe: circa 1,20 m
Alter: circa 2,9 Millionen Jahre

Früher afrikanischer
Homo erectus
(*Homo ergaster*)
„Turkana Boy“, Skelett KNM-
WT 15000 aus Nariokotome,
West-Turkana, Kenya
Größe: circa 1,70 m
Alter: circa 1,7 Millionen Jahre

Homo neanderthalensis
Skelett-Rekonstruktion, unter
Verwendung von La Ferrassie 1
(Frankreich) und Kebara 1
(Israel)
Größe: circa 1,60 m
Alter: circa 70.000 – 60.000 Jahre



Paranthropus aethiopicus
(Black skull, KNM-WT 17000)



Homo rudolfensis
(KNM-ER 1470)

5 Aufspaltung und Koexistenz neuer Arten im Homininen-Stammbaum seit circa 2,5 Millionen Jahren.

fällig ist die Ausbildung eines Scheitelkammes an der Oberseite des Schädels als Ansatzstelle der stark vergrößerten seitlichen Kaumuskulatur (*Musculus temporalis*). Ihre megadonten Backenzähne zeigen, dass vor allem harte und grobe pflanzliche Nahrung, zum Beispiel Samen und harte Pflanzenfasern, zerkaut wurden. Die Fähigkeit zum Aufbrechen harter Schalen könnte auch beim Verzehr aquatischer Nahrung (zum Beispiel Muscheln) von Vorteil gewesen sein. Die robusten „Nussknackermenschen“ *aethiopicus*, *boisei* und *robustus* werden in der Gattung *Paranthropus* zusammengefasst.

Biokulturelle Evolution: Zum hyperrobusten Kauapparat gab es jedoch eine Alternative, die ebenfalls dazu geeignet war, die zunehmend härtere Nahrung zu zerkleinern: die Nutzung von Werkzeugen. Unter dem Druck der Habitatveränderungen seit 2,8 Millionen Jahren, war es die Fähigkeit der Homininen zu kulturellem Verhalten, das die Gattung *Homo* entstehen ließ. Die ältesten Urmenschen gehören zur Art *Homo rudolfensis*. Diese Urmenschen gewannen durch den systematischen Einsatz von Steinen zur Zerkleinerung der harten Pflanzennahrung eine zunehmende Unabhängigkeit von direkten Umwelteinflüssen. Diese führte jedoch zwangsläufig zu einer wachsenden Abhängigkeit von den Werkzeugen – bis heute ein charakteristisches Merkmal der Menschen.

Abb. 5

6 Expansionen und wichtige Fundstellen
der Gattung *Homo* in Europa, Afrika und Asien.

EUROPA

Atapuerca: Gran Dolina
Schädelfragment und Oberkiefer
Homo antecessor
Alter circa 800.000 Jahre
Spanien

Atapuerca: Sima de los Huesos
Schädel 5
Homo heidelbergensis
Alter circa 400.000 Jahre,
Spanien

Mauer: Mauer 1
Unterkiefer
Homo heidelbergensis
Alter circa 600.000 Jahre
Deutschland

Petralona: Schädel
Homo erectus und *heidelbergensis*
Alter circa 300.000 Jahre
Griechenland

Arago: Arago 21,
Schädel
Homo erectus und *heidelbergensis*
Alter circa 400.000 Jahre
Frankreich

Steinheim:
Schädel
Homo heidelbergensis und
steinheimensis
Alter circa 350.000 Jahre
Deutschland

Gibraltar: Gibraltar 1
Schädel
Homo neanderthalensis
Alter circa 25.000 Jahre
Großbritannien

AFRIKA und Levante

Uraha: UR 501
Unterkiefer
Homo rudolfensis
Alter circa 2,5 Millionen Jahre,
Malawi

W-Turkana: KNM-WT 15000
Skelett
Homo ergaster
Alter circa 1,7 Millionen Jahre
Kenia

E-Turkana: KNM-ER 1470
Schädel
Homo rudolfensis
Alter circa 2 Millionen Jahre
Kenia

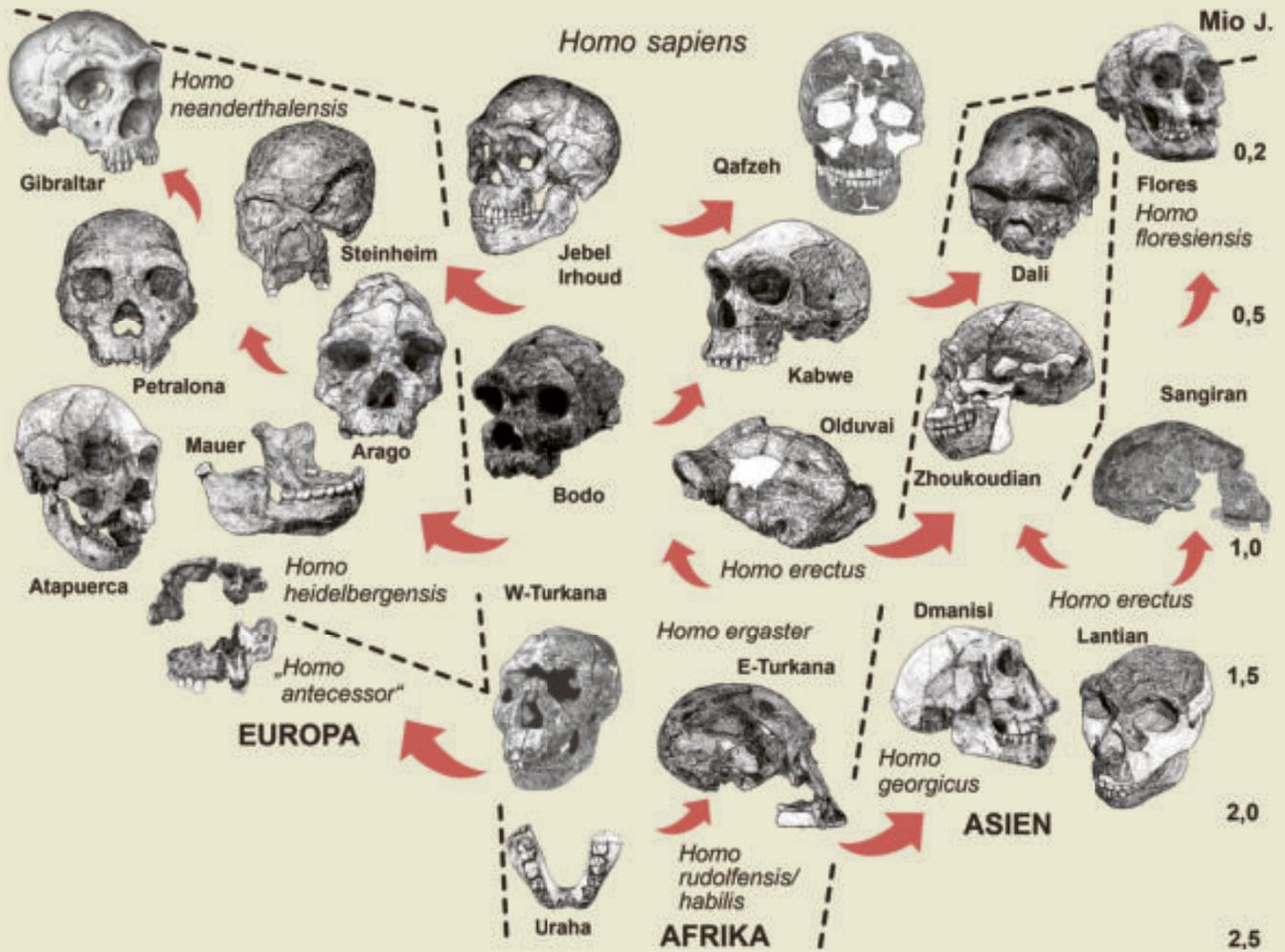
Olduvai: OH 9
Schädelkalotte
Homo erectus
Alter circa 1 Million Jahre
Tansania

Bodo: Bodo cranium
Schädel
archaischer *Homo sapiens*
Alter circa 600.000 Jahre
Äthiopien

Kabwe: Broken Hill 1
Schädel
archaischer *Homo sapiens* und
Homo rhodesiensis
Alter circa 300.000 Jahre
Sambia

Jebel Irhoud:
virtuelle Schädel-Rekonstruktion
Homo sapiens
Alter circa 300.000 Jahre
Marokko

Qafzeh: Qafzeh IX
Schädel
Homo sapiens
Alter circa 95.000 Jahre
Israel



ASIEN

Lantian: Gongwangling
Schädel
Rekonstruktion
Homo erectus
Alter circa 2 Millionen Jahre
China

Dmanisi: D 2700 & D 2735
Schädel und Unterkiefer
Homo georgicus
Alter circa 1,8 Millionen Jahre
Georgien

Sangiran: Sangiran 17
Schädel
Homo erectus
Alter nicht bestimmbar
Indonesien

Zhkoudian:
Schädel-Rekonstruktion
Sinanthropus pekinensis und
Homo erectus
Alter circa 600.000 Jahre
China

Dali: Dali skull
Schädel
archaischer *Homo sapiens*
Alter circa 280.000 Jahre
China

Flores: Liang Bua (LB) 1
Schädel
Homo floresiensis
Alter circa 50.000 Jahre
Indonesien

Frühmenschen: *Homo erectus*

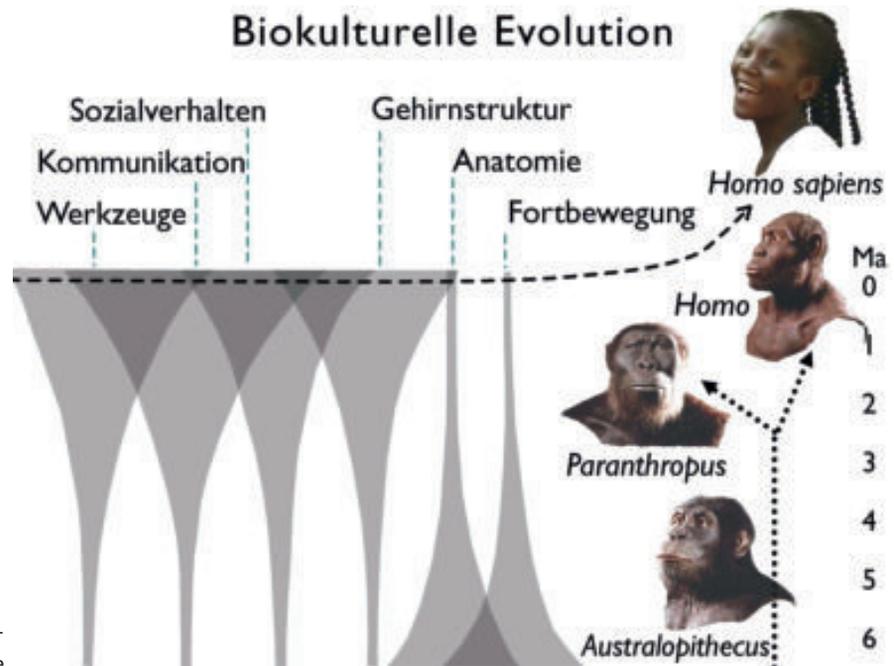
Abb. 3

In Afrika begann vor circa zwei Millionen Jahren die Entwicklung zu einem kräftigeren und größeren Skelett und massiven Knochenbau, den typischen Merkmalen von *Homo erectus*. Die ältesten fossilen Reste mit einem Alter von zwei bis anderthalb Millionen Jahren wurden als *Homo ergaster* beschrieben. Das Hirnschädelvolumen nahm allmählich zu, die Proportionen des Hirn- und Gesichtsschädels veränderten sich. Der Ansatzpunkt der Wirbelsäule und des Rückenmarks (*Foramen magnum*) verlagerte sich tiefer unter den Schädel, der Bau des Kiefergelenkes veränderte sich und die rundlichere Zahnbogenform bildete sich heraus. Der massive Knochenbau zeigt, dass *Homo erectus* hohe Kraft und Ausdauer beim Tragen von Material und Nahrung aufbrachte. Diese Frühmenschen konnten rennen. Vermutlich sind Haarlosigkeit und die Schweißdrüsen ebenfalls während der *Homo erectus*-Phase entstanden.

Die Fingerknochen sind gestreckt und nicht mehr zum Klettern geeignet. Im Gegensatz zum „Kraftgriff“ (*power grip*) der Menschenaffen, die ein Objekt mit den Fingern und dem Daumen nur umklammern können, ist ein „Präzisionsgriff“ (*precision grip*) möglich. Durch die Verkürzung der Finger und die größere Flexibilität des Daumens lässt sich dieser den anderen Fingern so gegenüberstellen (opponieren), dass sich die Fingerspitzen berühren. Mit einer exakt gesteuerten Kraft gelingt es, dazwischen befindliche Objekte präzise zu manipulieren.

Das Hirnvolumen beträgt bei den ältesten Funden circa 800 bis 900 cm³. Vor einer Million Jahren wurden Werte von etwa 900 bis 1.000 cm³ erreicht, vor einer halben Million Jahren über 1.100 bis 1.200 cm³. Das leistungsfähigere Gehirn verbesserte die Speicherung und Verarbeitung komplexer Zusammenhänge. Direkte Hinweise auf Sprache gibt es bei *Homo erectus* nicht. Aufgrund der Fähigkeit zur Herstellung von mit viel Erfahrung und Kenntnisreichtum entwickelten Werkzeugen kann von zunehmender verbaler Kommunikation ausgegangen werden. Die Deckung des durch die Gehirngröße erhöhten Energiebedarfs setzte eine omnivore Lebensweise mit hohem Fleischanteil voraus. Eine Möglichkeit, pflanzliche Nahrung effizient zu verdauen, ist die Nutzung von Feuer. Die frühesten Hinweise auf den kontrollierten Umgang mit Feuer stammen aus Koobi Fora, Kenia (circa 1,5 Ma). Die Kontrolle des Feuers ist eine technische und gleichermaßen gesellschaftlich und vorausschauend zu regelnde Aufgabe (siehe Beitrag Giemsch Feuer in diesem Band). Man kann für *Homo erectus* ein gut funktionierendes Sozialgefüge annehmen.

Biokulturelle Evolution



7 Wichtige Evolutionsmerkmale des Menschen. Die Breite der Pfeiler entspricht dem Ausmaß der Veränderungen der Merkmale während der letzten 7 Millionen Jahre.

Früheste Expansionen ‚Out of Africa‘

Homo erectus hatte gute Kenntnisse über die Landschaft und die Verfügbarkeit von Ressourcen. Dies führte zu einer effizienten Nutzung der saisonalen Ressourcen und zu größeren Bewegungsradien. Seine Fähigkeit, Pflanzen- und Fleischressourcen zu kombinieren, gab ihm lange vor der Nutzung von Feuer eine hohe Flexibilität. Die hohe Toleranz gegenüber Habitatunterschieden führte zur Aufspaltung in weit voneinander entfernt lebende Gruppen. Flusstäler erlaubten ein rasches Vordringen. Expansionen entlang von Meeresküsten boten die Möglichkeit zum Sammeln von Mollusken-Nahrung. Expansionen von wenigen Kilometern pro Generation führten in kurzen geologischen Zeiträumen zur Besiedlung neuer Lebensräume.

Vor circa zwei Millionen Jahren verließen Fröhmenschen erstmals Afrika, wahrscheinliche Routen sind die Levante und die arabische Halbinsel. Spuren frühester Besiedlungen finden sich in China (2,1 Ma), Pakistan und im Kaukasus (Dmanisi, 1,8 Ma). Funde in Italien haben ein Alter von 1,7 bis 1,3 Millionen Jahre, in Spanien 1,4 bis 1,2 Millionen Jahre. Mit der Zunahme kultureller Fähigkeiten war eine Ausbreitung über Lebensraumgrenzen hinweg möglich, etwa nach Südostasien (circa 1,5 Ma) und auf die Philippinen (circa 700.000 Jahre).

Vor spätestens 500.000 Jahren war *Homo erectus* in Ost- und Südostasien sowie in Mittel- und Südeuropa weit verbreitet. Während sich diese geografischen Varianten zu eigenständigen Arten weiterentwickelten (zum Beispiel

Abb. 6

Abb. 7

Neandertaler in Europa, Denisova-Menschen in Asien) führte in Afrika vor circa 400.000 Jahren ein Synergie-Effekt unterschiedlicher Faktoren biologischer und kultureller Evolution, wie Werkzeugkultur, Kommunikation, Sozialverhalten, Gehirnstruktur und Körperbau zur Entstehung moderner Menschen. Die Tradierung von Wissen und kultureller sowie genetischer Austausch waren die entscheidenden Voraussetzungen für Innovationen und die weltweite Ausbreitung von *Homo sapiens*. Daher wird die heutige Abschottung von Wohlstandsregionen – in vielen Generationen gedacht – nicht erfolgreich sein. Angesichts globaler Herausforderungen wie zum Beispiel gravierender Biodiversitäts- und Klimaänderungen, kann nur die globale Vernetzung unser Überleben sichern, wie es sich in unserer langen Geschichte immer wieder gezeigt hat.

Weiterführende Literatur

- Bonnefille, R. 2010** Cenozoic vegetation, climate change and hominid evolution in tropical Africa. *Global and Planetary Change* 72(4), 2010, 390–411.
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2010.01.015>
- Dean, C./Leakey, M.D./Reid, D./Schrenk, F./Schwartz, G.T./Stringer, C./Walker, A. 2001** Growth processes in teeth distinguish modern humans from *Homo erectus* and earlier hominins. *Nature* 414, 2001, 628–631. <https://www.nature.com/articles/414628a>
- Ingicco, T./van den Bergh, G.D./Jago-on, S.C.B./Bahain, J.J./Chacón, M.G./Amano, N./Fores-tier, H. et al. 2018** Earliest known hominin activity in the Philippines by 709 thousand years ago. *Nature* 557, 2018, 233–237. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0072-8>
- Lordkipanidze, D./Ponce de León, M.S./Margvelashvili, A./Rak, Y./Rightmire, G.P./Vekua, A./Zollikofer, C.P.E. 2013** A complete skull from Dmanisi, Georgia, and the evolutionary biology of early *Homo*. *Science* 342, 2013, 326–331.
<https://doi.org/10.1126/science.1238484>
- Lüdecke, T./Schrenk, F./Thiemeyer, H./Kullmer, O./Bromage, T.G./Sandrock, O./Fiebig, J./Mulch, A. 2016** Persistent C₃ vegetation accompanied by Plio-Pleistocene hominin evolution in the Malawi Rift (Chiwondo Beds, Malawi). *Journal of Human Evolution* 90, 2016, 163–175. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2015.10.014>
- Maslin, M.A./Shultz, S./Trauth, M.H. 2015** A synthesis of the theories and concepts of early human evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences* 370, 2015, 2014–2064. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0064>
- Potts, R. 2013** Hominin evolution in settings of strong environmental variability. *Quaternary Science Reviews* 73, 2013, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.04.003>
- Ring, U./Schrenk, F./Albrecht, C. 2018** The East African Rift System: tectonics, climate and biodiversity. In: Hoorn, C./Perrigo, A./Antonelli, A. (Hg.), *Mountains, climate and biodiversity*, (Chichester 2018) 391–411.
- Schrenk, F. 2019.** *Die Frühzeit des Menschen*, 5. Aufl., (München 2019).
- Weston, E./Friday, A.E./Johnstone, R.A./Schrenk, F. 2004** Wide faces or large canines? The attractive versus the aggressive primate. *Proceedings of the Royal Society of London B* 271(6), 2004, 416–419. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2004.0203>

Australopithecus afarensis

Steckbrief

Entdeckung:

Louis Leakey entdeckte bereits 1935 in Laetoli (Tansania) erste Fossilreste. Die Klassifikation des Fundes als *Australopithecus afarensis* erfolgte jedoch erst 1979.

Fundort:

Tansania: Laetoli.

Äthiopien: Hadar, Maka, Dikika, Aramis, Mount Galili.

Kenia: Turkwel River.

Funde:

Linker unterer Eckzahn, unvollständiges Skelett („Lucy“), Kinderskelett von Dikika und weitere Hand-, Fuß- und Extremitätenknochen sowie die Fußspuren von Laetoli.

Alter:

3,76–2,92 Millionen Jahre.

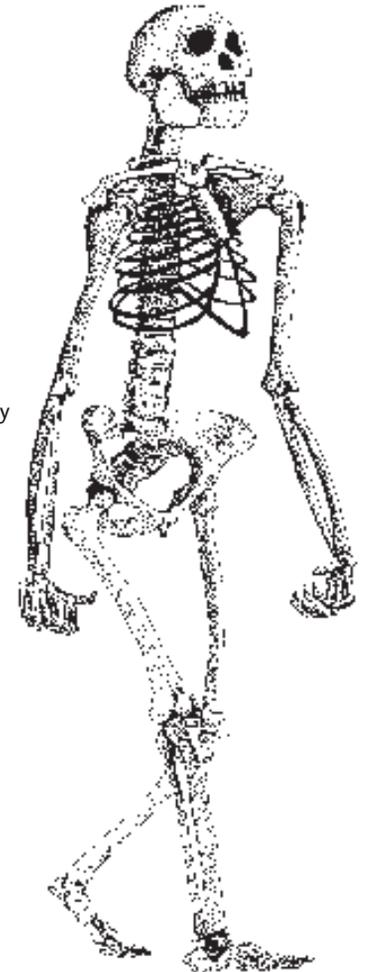
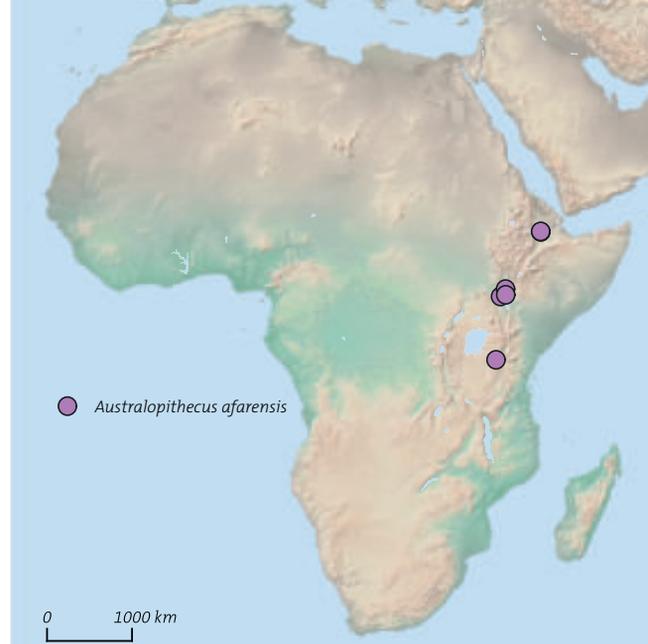
Gehirnvolumen:

450–550 cm³.

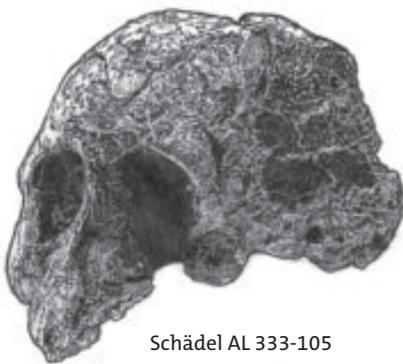
Merkmale:

Australopithecus afarensis lebten vorwiegend in einer sogenannten Mosaik-Landschaft (Graslandschaft mit vereinzelt Bäumen, geschlossenen Busch- und Baumbeständen an Wasserläufen und Gebirgstälern). Sie erreichten eine Größe von circa 1,20–1,40 m und wogen 20–50 kg. Dieses Gewicht entspricht dem eines heutigen Zwergschimpansen. Ihre Ernährung beruhte vor allem auf Früchten, Blättern, Pflanzenmark, Samen und Kräutern.

Aufgrund der Winkelung des Kniegelenks wird angenommen, dass sie sich aufrecht fortbewegen konnte. Die Anatomie der Finger- und Zehenknochen, die im Verhältnis zu Affen kürzer sind, lässt ein Leben am Boden annehmen. Vermutlich lebten sie vorzugsweise am Boden, zogen sich aber zum Fressen auf Bäume zurück.



Rekonstruktion von Lucy



Schädel AL 333-105
aus Hadar in Äthiopien



Gesichtsrekonstruktion