

Von den Vorfahren des Menschen zu Homo sapiens

Die Ursprünge des Menschen

Die heutigen Menschen sind die einzige überlebende Art der Abstammungslinie der *Homininen*. Zu diesen zählen alle Arten, die nach den letzten gemeinsamen Vorfahren mit Schimpansen und Bonobos aufgetreten sind¹. Nach einer neueren Berechnung dürfte sich die Vorfahren des Menschen vor etwa 7,5 Millionen Jahren von denen seiner nächsten Verwandten getrennt haben. Die letzten gemeinsamen Vorfahren aller Menschen – also der Gattung Homo, die auch sämtliche ausgestorbenen Menschenarten umfasst -, könnten vor etwa 3,3 Millionen gelebt haben².

Der Mensch hat sich wahrscheinlich aus einer der verschiedenen Australopithecus-Arten - zu denen die berühmte *Lucy* gehört - oder aus *Kenyanthropus platyops*³ entwickelt, jedenfalls aus Menschenaffen, die in Afrika lebten, bereits aufrecht gehen konnten und wohl auch schon einfache Steinwerkzeuge hergestellt haben⁴. *Kenyanthropus* wird mit den ältesten bekannten Steinwerkzeugen in Verbindung gebracht⁵. Ob es sich tatsächlich um eine eigene Art handelt, bleibt allerdings genauso fraglich wie die Zuordnung zur Gattung der Australopithecinen oder zu Homo. Denn bisher wurde nur ein Kieferfragment und ein einziger stark deformierter Schädel gefunden. Sollte sich *Kenyanthropus* durch weitere Funde bestätigen lassen, könnten ein relativ flaches Gesicht und kleine Backenzähne dafür sprechen, es mit direkten Vorfahren oder frühesten Vertretern der Gattung Homo zu tun zu haben.

Meist wird heute ein Kieferfragment mit mehreren Zähnen, das etwa 2,8 Millionen Jahre alt ist und keiner bestimmten Art zugeordnet wird, als frühester Nachweis der Gattung Homo angesehen⁶. Aus einem nahegelegenen Fundgebiet in Äthiopien stammen auch einige der ältesten Steinwerkzeuge der sogenannten Oldowan-Industrie, bei denen durch Abschlüge scharfe Schnittkanten erzeugt wurden. Sie werden auf ein Alter von etwa 2,6 Millionen Jahre datiert⁷. Inzwischen gibt es einen weiteren Fund am Ufer des Viktoria-Sees, der in eine Zeitspanne vor 2,6 bis 3 (wahrscheinlich 2,9) Millionen Jahren eingeordnet wird und damit wahrscheinlich noch erheblich älter sein dürfte. Assoziierte Knochenfunde zeigen, dass mithilfe dieser Werkzeuge auch große Tiere geschlachtet wurden. Außerdem fanden sich Zähne einer *Paranthropus*-Art, eines der Indizien dafür, dass vielleicht nicht Menschen die ersten waren, die zur Herstellung von Steinwerkzeugen übergegangen

-
- 1 Verwirrend ist, dass statt *Homininen* oder *Hominini* gelegentlich auch die (ältere) Bezeichnung Hominiden mit gleicher Bedeutung Verwendung findet. Und da genetische Studien ergeben haben, dass Schimpansen und Bonobos näher mit dem Menschen verwandt sind als mit den Gorillas, gibt es inzwischen auch die taxonomische Variante, sie den Homininen zuzurechnen. Zu den diversen Klassifikationen siehe Wikipedia, Stichworte: Hominini <https://en.wikipedia.org/wiki/Hominini>, und Human Taxonomy https://en.wikipedia.org/wiki/Human_taxonomy.
 - 2 H. P. Püschel u. a.: Divergence-time estimates for hominins provide insight into encephalization and body mass trends in human evolution. *Nature* 2022, <https://www.nature.com/articles/s41559-021-01431-1>. Bei der neuartigen Berechnungsmethode, die zu diesem Ergebnis führte, wurden sowohl genetische wie morphologische Daten berücksichtigt. Die Unsicherheitsbereiche werden mit 8,59 - 6,61 bzw. 4,30 - 2,56 Mio. Jahre angegeben.
 - 3 Smithsonian: <https://humanorigins.si.edu/evidence/human-fossils/species/kenyanthropus-platyops>.
 - 4 Die Smithsonian Institution bietet die Darstellung eines plausiblen Stammbaums der Homininen mit hinterlegten Informationen zu den Merkmalen der verschiedenen Spezies sowie der offenen Fragen: <https://humanorigins.si.edu/evidence/human-family-tree>.
 - 5 S. Harmand u. a.: 3.3-million-years-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. *Nature* 2015, https://www.researchgate.net/publication/277004244_33-million-year-old_stone_tools_from_Lomekwi_3_West_Turkana_Kenya. Die Datierung dieses Funds wird inzwischen von den meisten, wenn auch nicht allen Forschern anerkannt.
 - 6 Vgl.: B. Villmoare: Early Homo at 2.8 Ma from Ledi-Geraru, Afar, Ethiopia. *Science*, March 2015, <https://science.sciencemag.org/content/347/6228/1352>.
 - 7 R. Braun u. a.: Earliest known Oldowan artifacts at >2.58 Ma from Ledi-Geraru, Ethiopia, highlight early technological diversity. *PNAS* June 2019, <https://www.pnas.org/content/116/24/11712>.

sind (wobei allerdings nicht auszuschließen ist, dass auch Paranthropus nur eine Beute war)⁸.

Offenbar war die Steinbearbeitung, die einiges Wissen und Geschick erfordert, bereits zu dieser frühen Zeit so weit perfektioniert, dass die Werkzeuge sehr gezielt und ohne große Fehler hergestellt werden konnten. Dies stützt die Anerkennung zweier noch weit älterer Funde von Schnittmarken an Knochen bzw. von Steinwerkzeugen, 3,4 bzw. 3,3 Millionen Jahre alt, deren Interpretation bzw. Datierung angezweifelt wurde. Bei den auf ein Alter von etwa 3,3 Millionen Jahren datierten Steinwerkzeugen war die Herstellung noch recht unbeholfen. Es wurden zahlreiche Abschlagfehler gemacht und das Ausgangsmaterial war nicht gut ausgewählt⁹.

Solange sich die großen Lücken zwischen den ältesten und jüngeren Funden nicht schließen lässt, bleibt fraglich, ob von einer kontinuierlichen Tradition der Herstellung von Steinwerkzeugen über mehr als 3 Millionen Jahre ausgegangen werden kann. Neben der erreichten Perfektion bei der Herstellung könnte dafür sprechen, dass sich die Anatomie der Hand bereits bei Australopithecinen so weit in Richtung der typisch menschlichen Hand veränderte, dass sie einen starken und präzisen Griff erlaubte. Dies ist wohl nur aus dem Selektionsvorteil zu erklären, den ein regelmäßiges und intensives Arbeiten mit Holz- und Steinwerkzeugen mit sich brachte, wobei letztere jedoch auch weitgehend oder völlig unbearbeitet genutzt worden sein könnten.

Die Veränderung der Hand war auch eng verbunden mit einer Weiterentwicklung des aufrechten Gangs. Um die Zeit, in die der früheste Fund bearbeiteter Steinwerkzeuge datiert, also vor etwas mehr als 3 Millionen Jahren, dürfte dieser sich laut anatomischen Befunden von einer fakultativen zur obligatorischen Fortbewegungsart entwickelt haben¹⁰. Ein von der des Menschen allerdings noch sehr verschiedener aufrechter Gang hatte sich schon sehr früh entwickelt. Danuvius guggenmosi, ein Affe mit Greiffüßen und auf das Klettern in Bäumen spezialisierten Armen, lebte vor mehr als 11,6 Millionen Jahren, wurde in Süddeutschland gefunden und ist die bisher älteste Art, der ein aufrechter Gang zugeschrieben wird¹¹. Das heißt allerdings nicht unbedingt, dass Danuvius zur Linie der Homininen gehört, ein solcher Gang könnte sich durchaus auch unabhängig voneinander mehrfach entwickelt haben.

Die kleinen, körperlich noch gut ans Klettern angepassten frühesten Menschen lebten in einem bewaldeten Lebensraum. Bäumen boten ihnen Schutz vor Raubtieren, auch wenn sie sich sonst viel auf dem Boden bewegt haben dürften. Eine plausible Hypothese geht von einer Aufspaltung der frühmenschlichen Population aufgrund der Ausbreitung von Savannen und Wüstengebieten in Afrika aus. Archaische Menschen fanden demnach weiterhin in Waldgebieten ihren gewohnten Lebensraum, während sich zumindest ein Zweig der menschliche Linie zunehmend an den Lebensraum Savanne anpasste und sich dabei zu einer neuen Art, zu *Homo erectus* entwickelte¹². Ab etwa 2 Millionen Jahren vor unserer Zeit gibt es Nachweise, dass sich Menschen auf die Nutzung von Grasland einstellten. Ältere Steinwerkzeuge fanden sich nur im ökologischen Kontext

8 Vgl. C. Watson, ScienceAlert, Feb. 2023, <https://www.sciencealert.com/oldest-stone-tools-ever-found-were-not-made-by-human-hands-study-suggests>. Auch bei den postulierten Paranthropus-Arten, die durch ihren starken Kauapparat auffallen, bleibt offen, ob es sich um eine eigene Gattung handelt oder aber um Australopithecinen.

9 P.-J. Texier: Technological Assets for the Emergence of the Acheulean? In: R. Gallotti / M. Mussi (Eds.): The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Springer 2018, S. 39f. https://www.researchgate.net/publication/327098453_The_Emergence_of_the_Acheulean_in_East_Africa_and_Beyond_Contributions_in_Honor_of_Jean_Chavaillon.

10 T. Prang u. a.: *Ardipithecus* hand provides evidence that humans and chimpanzees evolved from an ancestor with suspensory adaptations. Science Advances 2021, <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/sciadv.abf2474>.

11 M. Böhme u. a.: A new Miocene ape and locomotion in the ancestor of great apes and humans. Nature 2019.

12 J. Agustí / D. Lordkipanidze: Out of Afrika. Méthode Science Studies Journal 2018, https://pdfs.semanticscholar.org/cf8b/d57ade69a755ae893deb24c8c9c293ce2727.pdf?_ga=2.231415453.381769996.1622788826-1169588590.1622625321.

bewaldeter Gebiete¹³. Etwa 2 Millionen Jahre alt ist auch der älteste Fund eines Homo erectus¹⁴.

Wie Schimpansen und Bonobos werden unsere frühen Vorfahren sich vor allem von Pflanzen ernährt, aber auch kleinere Tiere gejagt haben. Größere Tierkadaver dürften sie als Aasfresser genutzt und dabei Raubtiere aktiv von ihrer Beute vertrieben haben¹⁵. Eine lang anhaltende Kontroverse dreht sich darum, ob die frühen Menschen sich Fleisch und tierisches Fett vornehmlich als Jäger verschafft oder zunächst vor allem Aas konsumiert hätten. Diese Frage wird sich wohl nie eindeutig entscheiden lassen, doch viel spricht dafür, dass sie flexibel beide Strategien verfolgten. Denn sowohl bei Schimpansen wie den bis in die Gegenwart fortexistierenden Jäger- und Sammlerkulturen wurde dies beobachtet¹⁶. Während Jagen und Fleischkonsum bei unseren frühesten Vorfahren noch eine sehr untergeordnete Rolle gespielt haben dürfte, haben sich die Menschen spätestens seit Homo erectus zu sehr erfolgreichen Jägern entwickelt. Diese Spezialisierung hatte weitreichende Folgen für die weitere Evolution des Menschen.

Was ist eine menschliche Art?

Ob von der Gattung der Menschen erst mit Homo erectus seit etwa 2 Millionen Jahren oder schon deutlich früher mit Homo habilis, Homo rudolfensis oder gar Kenyanthropus platyops (3,5-3,3 Mio. Jahre) die Rede sein kann, bleibt genauso umstritten wie die Bestimmung solcher Arten und ihre Abgrenzung voneinander. Bei nur wenigen Funden von Skeletteilen und Zähnen lässt sich nur schlecht auseinanderhalten, welche Unterschiede auf Variationen innerhalb einer Art zurückzuführen sind, welche dagegen Merkmale verschiedener Arten darstellen. Und erst recht, wo bei einem fließenden Übergang die Grenze zu ziehen ist, ab der von der Gattung Mensch die Rede sein kann¹⁷. Hinzu kommt, dass angesichts vorliegender genetischer Befunde der Artbegriff selbst nicht mehr im Sinne einer klaren biologischen Abgrenzung verstanden werden kann. Nicht nur bei Pflanzen, sondern auch bei vielen nahe verwandten Tierarten sind Kreuzungen über Artgrenzen hinweg keine Seltenheit. Hybridisierung bietet eine plausible Erklärung für die große Variabilität frühmenschlicher Skelette, die oft ein Mosaik an Merkmalen aufweisen, die zu verschiedenen Arten zu gehören scheinen. Hybride könnten immer wieder auch den Ausgangspunkt für neue Arten gebildet haben, darunter unserer eigenen¹⁸. Das Modell eines Stammbaums, der nur Verzweigungen kennt und dessen Zweige durch das Aussterben von Arten enden, bleibt zwar weiterhin sehr nützlich, bildet aber keineswegs die Komplexität des realen Geschehens ab.

Eine Vielzahl der Versuche, menschliche Arten der fernen Vergangenheit abzugrenzen und zu definieren, müssen als gescheitert angesehen werden. Ebenso der Versuch, durch Beschränkung auf

13 T. W. Plummer u. a.: Oldest Evidence of Toolmaking Hominins in a Grassland-Dominated Ecosystem. Plos One 2009, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0007199>.

14 Vgl.: T. Ewe: Der unfassbare Frühmensch. Spectrum der Wissenschaft 2021, <https://www.spektrum.de/news/homo-erectus-der-unfassbare-fruehmensch/1816547>.

15 B. Pobiner: The zooarchaeology and ecology of hominin scavenging. Evolutionary Anthropology, Wiley 2020. (Online zugänglich, Link zu lang, um ihn einzufügen).

16 B. Wood / I. Gilby: From Pan to Man the Hunter, UCLA 2021 (2018), S. 354f, <https://escholarship.org/content/qt25d538qj/qt25d538qj.pdf>.

17 Eine Abschätzung der Zuverlässigkeit verschiedener Abgrenzungen von Hominini-Arten bieten: B. Wood / E. Boyle: Hominin taxic diversity: Fact or fantasy? Yearbook of Physical Anthropology 2016, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ajpa.22902>. Zur Diskussion taxonomischer Fragen: C. Cella-Conde / F. Alaya: Genera of the human lineage. PNAS 2003, <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0832372100>.

18 Biologie Seite: Hybride, https://www.biologie-seite.de/Biologie/Hybride?utm_content=cmp-true; R. Ackermann u. a.: Hybridization in human evolution: Insights from other organisms. Evolutionary Anthropology 2019, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6980311/>. R. Ackermann u. a.: The Hybrid Origin of “Modern” Humans. Evolutionary Biology 2016, https://www.researchgate.net/profile/Alex-Mackay/publication/282588995_The_Hybrid_Origin_of_Modern_Humans/links/5615ac2308aed47facefec/The-Hybrid-Origin-of-Modern-Humans.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&_sg%5B1%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail&_rtd=e30%3D.

nur wenige Arten Ordnung im taxonomischen Wirrwarr zu schaffen¹⁹. Zahlreiche Vorschläge fanden und finden keine verbreitete Anerkennung. Allgemein oder zumindest häufig verwendete Artbezeichnungen wie *Homo erectus* oder *Homo ergaster* bauen zwar auf einem kohärenten Kern an gut zueinander passenden Funden auf, stellen darüber hinaus aber bloße Sammelbegriffe dar, um Fossilien mit einigen grundlegenden gemeinsamen Merkmalen in große Schachteln zu sortieren. Unterschiede bei spezifischen Merkmalen bleiben dabei so groß, dass in jeder der Schachteln durchaus mehrere Arten gelandet sein könnten, die sich mangels ausreichender Funde nur nicht klar fassen und auseinanderhalten lassen. Doch selbst wenn eine weit größere Zahl an Fossilien gefunden würde, könnte es in Übergangsbereichen nicht zu unterscheiden sein, ob man es mit zwei verschiedene Arten zu tun hat, die sich gelegentlich noch kreuzen, oder nur einer einzigen Art, deren Subpopulationen sich weit auseinanderentwickelt haben.

Mit *Homo erectus im weiten Sinne* sind afrikanische wie asiatische Homininen gemeint, die seit etwa 2 Millionen Jahren auftraten und durch Merkmale wie Größe, lange Beine und kürzere Arme bereits modernen Menschen ähnelten. Sie unterschieden sich sehr deutlich vom kleineren *Homo habilis*, dessen kurze Beine noch keinen effizienten aufrechten Gang erlaubten und dessen lange Arme, der Schultergürtel und die gebogenen Fingerknochen noch gut ans Klettern in Bäumen angepasst blieben.

Mit *Homo erectus im engen Sinne* werden ausschließlich asiatische Funde bezeichnet. Die Art wurde ursprünglich anhand des sogenannten Java-Menschen definiert. Frühste Funde auf der Insel Java wurden auf ein Alter von etwa 1,6 Millionen Jahren datiert, letzte Vertreter der Art starben dort vor wenig mehr als hunderttausend Jahren aus²⁰. Wird *Homo erectus* eng gefasst, werden ähnlich aussehende Menschen aus der Zeit vor 2 bis 1,5 Millionen Jahren, die in Afrika gefunden wurden, als *Homo ergaster* bezeichnet, aus dem sich *Homo erectus* dann erst später in Asien entwickelt hätte. Von manchen Autoren werden aufgrund anatomischer Ähnlichkeiten auch afrikanische Funde bis zu einem Alter um eine Million Jahre als *Homo ergaster* identifiziert. Mit der Unterscheidung von *Homo erectus* und *Homo ergaster* sollte deutlich gemacht werden, dass man es ziemlich eindeutig mit verschiedenen Arten zu tun hat. Dies löste allerdings nicht das Problem, dass sowohl die afrikanischen wie die asiatischen Fossilien (etwa chinesische versus javanische) so große Unterschiede aufweisen, dass es fragwürdig erscheint, von jeweils nur einer einzigen Art bei hoher Variabilität des Erscheinungsbilds auszugehen²¹.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Fossilien, die *Homo heidelbergensis* zugeordnet werden. Ihre Gemeinsamkeit besteht darin, dass es sich um Menschen mit bereits sehr großen Gehirnen und fortgeschrittener Technik der Steinbearbeitung handelte, die ab etwa einer Million Jahren vor unserer Zeit aufgetreten sind. Häufig wird *Homo heidelbergensis* (im engeren Sinne) als ausschließlich eurasischer Art verstanden und von *Homo rhodesiensis* als afrikanischer Art unterschieden. Aus *Homo heidelbergensis* hätten sich dann in Eurasien Neandertaler und Denisovamenschen entwickelt, aus *Homo rhodesiensis* in Afrika der moderne Mensch. Eine weitere taxonomische Variante besteht darin, *Homo heidelbergensis*, *Homo rhodesiensis* und je nachdem auch noch weitere umstrittene Arten zusammenfassend als *archaischen Homo sapiens* zu bezeichnen. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, dass wir es mit einem Übergangsfeld zu tun haben, für das Fossilien mit unterschiedlichen Mischungen moderner und archaischer Merkmale charakteristisch sind.

Zurecht wurde gefordert, auf die Bezeichnung *Homo rhodesiensis* zu verzichten, da eine Menschenart nicht nach dem englischen Imperialisten Cecil Rhodes benannt werden sollte. *Homo*

19 R. Foley: In the Shadow of the Modern Synthesis? *Evolutionary Anthropology* 2001, https://www.researchgate.net/publication/251452582_In_the_shadow_of_the_modern_synthesis_Alternative_perspectives_on_the_last_fifty_years_of_paleoanthropology.

20 K. Baab: Defining *Homo Erectus*. In: W. Henke / I. Tattersall (eds.) *Handbook of Paläoanthropology*, Springer 2015. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-642-39979-4_73.

21 I. Tattersall: *Homo ergaster* and Its Contemporaries, in: *Handbook of Paleoanthropology*, Springer 2013.

heidelbergensis (oder alternativ: der archaische Homo sapiens) würde dann als unmittelbarer Vorfahre von Neandertalern, Denisovamenschen und Homo sapiens (bzw. Homo sapiens sapiens) gelten. Forscher, die Artbegriffe wie Homo heidelbergensis nicht akzeptieren, sondern von einem großen gemeinsamen Strang der menschlichen Evolution ausgehen, ordnen dagegen entsprechende Fossilien als Spätformen von Homo erectus im weiten Sinne ein, wodurch diese Menschenart auch unsere direkten Vorfahren wären.

Wir werden im Folgenden einige der gängigsten Artbezeichnungen trotz aller Unschärfen benutzen, ohne auf die dargestellten Komplikationen weiter einzugehen. Denn in der Regel sind sie durchaus geeignet, die ohnehin nur möglichen groben Einordnungen vorzunehmen.

Evolution verläuft nicht geradlinig

Jede Darstellung der Entwicklung hin zum modernen Menschen erweckt fast zwangsläufig den falschen Eindruck, als ob wir es mit einer Art gradlinigem Verlauf zu tun hätten. Denn immer geht es darum, zu erklären, wie Homo sapiens aus seinen entfernten Vorfahren hervorgegangen sein könnte. Das Erzählen dieser Geschichte erzeugt die Illusion einer zielgerichteten Entwicklung, für die vor allem eine zunehmend anspruchsvollere Werkzeugkultur und ein immer größeres Gehirn stehen. Doch gerade neuere Funde machen deutlich, dass die Evolution des Menschen keinen solchen einfachen Gang genommen hat. Mit Homo naledi und Homo floresiensis wurden zwei Menschenarten von kleinem Körperwuchs und mit sehr kleinen Gehirnen entdeckt, die erst in der jüngeren Vergangenheit ausgestorben sind.

Die Funde von Homo naledi in Südafrika werden auf ein Alter von 226 000 bis 335 000 Jahren datiert und weisen Skelettmerkmale auf, von denen manche sehr archaisch wirken, andere dagegen eher einem moderneren Menschen entsprechen²². Ähnliches gilt auch für die Struktur des Gehirns, soweit sie sich an der Schädellinnenseite abgezeichnet hat. Das Gehirn von Homo naledi, der etwa 1,50 m Größe erreichte, hatte nur ein Volumen von etwa 460-560 cm³. Es liegt damit noch im Bereich von Australopithecinen (Schimpanse: etwa 400 cm³)²³. Bisher wurden keine Werkzeuge gefunden, die mit dieser Art in Zusammenhang gebracht werden konnten, möglicherweise vermochte Homo naledi gar keine Steinwerkzeuge herzustellen.

Mit kaum mehr als einem Meter Körpergröße war Homo floresiensis, der sogenannte „Hobbit“, sehr kleinwüchsig. Bis heute bleibt die Interpretation der Skelettfunde auf der indonesischen Insel Flores umstritten. Manche Autoren sehen darin keine neu entdeckte Menschenart, die noch bis vor 50 000 Jahren dort gelebt haben könnte, sondern nur das Resultat von krankheitsbedingten Fehlbildungen. Doch inzwischen wurden verschiedene mögliche Krankheitsbilder als Erklärung ausgeschlossen, vor allem aber ein weiterer, mit etwa 700 000 Jahren sehr viel älterer Fund gemacht, der Zähne, ein Kieferfragment und Werkzeuge erbrachte. Das Kieferfragment legt sogar einen noch kleineren Wuchs der frühen Vertreter dieser Art nahe.

Auch Homo floresiensis weist zum Teil sehr archaische Merkmale auf (so dass sogar spekuliert wurde, es könnte sich eher um eine Australopithecus- als um eine Menschenart handeln), daneben aber andere, die an Homo erectus erinnern (weshalb er oft für eine Inselverzweigung dieser Art gehalten wird). Seine archaischen Merkmale unterscheiden sich dabei sehr klar von denen bei Homo naledi, so dass eine nähere Verwandtschaft dieser Arten auszuschließen ist.

Das Gehirnvolumen von Homo floresiensis war mit ca. 425 cm³ kaum größer als das eines Schimpansen und damit deutlich kleiner als das archaischer Menschen wie Homo habilis oder

22 H. M. Garvin u. a.: Body size, brain size, and sexual dimorphism in Homo naledi from the Dinaledi Chamber. Journal of Human Evolution 2017, https://bpb-us-e1.wpmucdn.com/wordpressua.uark.edu/dist/e/97/files/2017/08/Garvin-et-al_in-press.pdf.

23 R. L. Holloway u. a.: Endocast morphology of Homo naledi from the Dinaledi Chamber, South Africa. PNAS 2018, <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1720842115>.

Homo rudolfensis. Dennoch verfügte er über eine einfache Kultur der Herstellung von Steinwerkzeugen. Und er könnte diese über viele Jahrhunderttausende fast unverändert aufrecht erhalten haben, denn die etwa 700 000 Jahre alte Funde unterscheiden sich kaum von den jüngsten, die auf etwa 50 000 Jahre datiert werden²⁴.

Homo naledi und *Homo floresiensis* können als unbedeutende Seitenlinien der menschlichen Evolution betrachtet werden, die aus einer Anpassung an besondere ökologische Bedingungen hervorgingen oder in begrenzten Nischen weitgehend isoliert archaische Merkmale lange beibehielten. Doch ihre Existenz sollte verdeutlichen, dass im Laufe der letzten zwei bis drei Millionen Jahre sehr verschiedene menschliche Linien nebeneinander existierten, die keineswegs einem einheitlichen evolutionären Weg folgten. Die frühen Menschen sind nicht einfach in Form von Entwicklungsstufen auf dem Weg zum modernen Menschen hintereinander zu stellen. So lebten etwa *Homo habilis* und *Homo erectus* eher zur gleichen Zeit, obwohl die eine Art archaischere, die anderen modernere körperliche Merkmale aufweist.

Eine gewisse Gerichtetheit der Evolution kann allerdings in der Perfektionierung der Anpassung an eine spezifische ökologische Nische gesehen werden. Der Mensch hat gelernt, sich unter verschiedensten Umweltbedingungen zu behaupten. Doch Voraussetzung dafür ist die Aneignung eines an die jeweiligen Bedingungen angepassten kulturellen Repertoires, ohne das er nicht zu überleben vermag. Insofern ist Kultur ein unabdingbarer Aspekt der für den Menschen spezifischen und von ihm mit gestalteten ökologischen Nische²⁵. Da die Aneignung einer immer komplexeren kulturellen Überlieferung die Lebenschancen der Menschen verbesserte, war dies sicher ein entscheidender Faktor dafür, dass sich die Gehirne unserer Vorfahren tendenziell vergrößerten. Doch haben wir es auch hier nicht einfach nur mit einem gradlinigen Prozess zu tun. Der moderne Mensch brachte die bei weitem anspruchsvollste Kultur hervor, dennoch hatten Neandertaler im Durchschnitt etwas größere Gehirne.

Zu den Unsicherheiten bei den Ergebnissen genetischer Studien

Etwa 1-3 Prozent der Gene heutiger eurasischer Menschen stammen von Neandertalern. Bei Afrikanern dagegen liegt dieser Anteil deutlich unter einem Prozent²⁶. Daher ist davon auszugehen, dass sich moderne Menschen erst nach ihrer Auswanderung aus Afrika (in erheblichem Umfang) mit Neandertalern gekreuzt haben.

Gegen diese Interpretation erheben manche Forscher jedoch den Einwand, dass die genetischen Daten auch mit einer Erklärung aus einer differenzierten Bevölkerungsstruktur und damit einer ungleichen Verteilung von Genen in Afrika vereinbar seien. Falls bereits die Vorfahren der Neandertaler aus derselben afrikanischen Teilbevölkerung ausgewandert sind, aus der auch *Homo sapiens* und damit die eurasische Bevölkerung stammte, könnten sie mit dieser näher verwandt sein als mit der übrigen afrikanischen Bevölkerung. Denn während die Auswanderer jeweils nur relativ kleine Gruppen genetisch eng verwandter Menschen umfassten, ist in Afrika von einer weit größeren Bevölkerungszahl und Diversität der *Homo sapiens*-Populationen auszugehen, mit entsprechend vielfältigen Möglichkeiten der Vermischung.

24 D. Kubo u. a.: Brain size of *Homo floresiensis* and its evolutionary implications. Proceedings of the Royal Society, <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2013.0338>. A. Brumm u. a.: Stratigraphic context and age of hominin fossils from Middle Pleistocene Flores. Nature 2016, https://pure.aber.ac.uk/ws/portalfiles/portal/9400924/Brumm_et_al_2016_Age_stratigraphic_context_hominin_fossils_Flores_Nature_DRAFT_MS.pdf. R. W. Dennell u. a.: The origins and persistence of *Homo floresiensis* on Flores: biogeographical and ecological perspectives. Elsevier 2014, <https://core.ac.uk/download/pdf/162656322.pdf>.

25 A. Fuentes: Human niche, human behaviour, human nature. The Royal Society publishing 2017, <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsfs.2016.0136>.

26 Lu C. u. a.: Identifying and Interpreting Apparent Neanderthal Ancestry in African Individuals. Cell 2020, [https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(20\)30059-3?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0092867420300593%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(20)30059-3?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0092867420300593%3Fshowall%3Dtrue).

Ob genetische Modellrechnungen, die ohne Hybridisierung auskommen, mit den vorliegenden Daten vereinbar sind, bleibt umstritten²⁷. Dabei schließen Vertreter der Auffassung, dass Kreuzungen zwischen Menschenarten nicht überzeugend nachgewiesen seien, diese keineswegs aus, sondern plädieren nur zur Vorsicht bei der Interpretation der Daten. Gegen ihre Vorbehalte sprechen allerdings anatomische Befunde an Fossilien, die ebenfalls nahelegen, dass es in erheblichem Umfang zu Kreuzungen zwischen Neandertalern und *Homo sapiens* gekommen ist²⁸.

Während sich eine Vermischung von *Homo sapiens* mit archaischen Menschenarten auch angesichts der anatomischer Befunde kaum von der Hand zu weisen lässt, bestehen weiterhin erhebliche Unsicherheiten, wieviel diese zum menschlichen Erbgut beigetragen haben und zu welchen Zeiten es zu Abspaltungen und Vermischungen zwischen unterschiedlichen Arten kam. Bei den statistischen Modellrechnungen, die solche Fragen auf Grundlage der verfügbaren genetischen Daten klären sollen, stehen die Forscher vor beträchtlichen Problemen. Denn wichtige Faktoren bleiben unbekannt, darunter etwa Bevölkerungsgrößen, genetische Diversität innerhalb der jeweiliger Bevölkerungen und das Genom der meisten archaischen Menschenarten wie auch jüngerer Bevölkerungsgruppen, die inzwischen ausgestorben sind. Auch wenn es möglich ist, aus bekannten genetischen Daten durch Modellrechnungen Rückschlüsse auf diese unbekannt GröÙen abzuleiten, kann es dabei leicht zu irreführenden Ergebnissen kommen²⁹.

Weiterhelfen könnte insbesondere Genmaterial aus möglichst alten Fossilien, das besonders aufschlussreich ist. Doch leider bleibt dies nur in kälteren Gegenden erhalten. Die Suche danach wie auch nach den besten Auswertungsmethoden geht weiter. Doch noch liegen die Ergebnisse genetischer Studien oft weit auseinander. So kamen etwa frühere Studien auf einen Anteil von 1-4% Denisova-Erbgut bei Papuas (Neuguinea) und von etwa 1% bei der übrigen asiatischen Bevölkerung. Eine neuere Studie dagegen findet nur etwa 0,61% dieses archaischen Erbguts bei Papuas und etwa 0,1% bei der Bevölkerung Eurasiens³⁰. Eine andere neuere Studie (durch Autoren, die sich bereits durch ihre Kritik an verzerrten Berechnungen mittels gängiger statistischer Modelle hervorgetan hatten) bestätigte zwar im wesentlichen den vorher bereits ermittelten Anteil an Erbgut, den Neandertaler zum Genpool des eurasischen *Homo sapiens* beigetragen haben (1-3%). Doch sie errechnet eine viel frühere Trennung der Linien von Neandertalern und Denisova-Menschen: vor ca. 740 000 Jahren im Gegensatz zu ca. 380 000 Jahren, die zuvor ein gültiges Ergebnis darzustellen schienen. Dass diese neuere Rechnung zuverlässiger sein dürfte, wird dadurch gestützt, dass sie mit einem ca. 600 000 Jahre alten archäologischen Fund in Einklang steht, der Erbgut erbracht hat, das bereits deutliche Neandertaler-Merkmale aufweist³¹.

-
- 27 A. Eriksson / A. Mancina: Effect of ancient population structure on the degree of polymorphism shared between modern human populations and ancient hominins. PNAS 2012, <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1200567109>; A. Sankararaman u. a.: The Date of Interbreeding between Neandertals and Modern Humans. PLOS Genetics 2012, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3464203/>. R. Tournebise / L. Chikhi: Questioning Neanderthal admixture: on models, robustness and consensus in human evolution. BioRxiv 2023, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2023.04.05.535686v1.full.pdf>. Der Anteil der mit Neandertalern geteilten Gene in der afrikanischen Bevölkerung ist höher als ursprünglich angenommen. Doch dies kann die These nicht stützen, dass Hybridisierung keine Rolle gespielt hätte. Denn sonst müsste dies auch für Gene gelten, die Afrikaner mit Denisova-Menschen teilen, was jedoch nicht der Fall ist. Vgl.: Lu C. u. a.: Identifying and Interpreting Apparent Neanderthal Ancestry in African Individuals. (s. vorige Anm.).
- 28 E. Trinkaus: European early modern humans and the fate of the Neandertals. PNAS 2007, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1863481>.
- 29 A. Rogers / R. Bohlender: Bias in estimators of archaic admixture. Theoretical Population Biology 2015, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040580914001087>; R. Tournebise / L. Chikhi: Questioning Neanderthal admixture: on models, robustness and consensus in human evolution. BioRxiv 2023, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2023.04.05.535686v1.full.pdf>.
- 30 Kai Y. u. a.: Refining models of archaic admixture in Eurasia with *ArchaicSeeker 2.0*. Nature communications 2021, <https://www.nature.com/articles/s41467-021-26503-5>.
- 31 A. Rogers u. a.: Early history of Neanderthals and Denisovans. PNAS <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1706426114>.

Auch wenn davon auszugehen ist, dass die erzielten Ergebnisse genetischer Studien zu archaischen Menschen aufgrund einer immer größeren Datenbasis und der Verbesserung der Rechenmodelle immer zuverlässiger werden, sind nachfolgende Aussagen, soweit sie sich auf solche Studien stützen, daher nach wie vor mit einer gewissen Vorsicht zu genießen.

Wanderungen und Vermischungen

Funde von Steinwerkzeugen in Jordanien und China zeigen, dass frühe Menschen (*Homo habilis*?) oder nahe verwandte Homininen bereits vor ca. 2,5 Millionen Jahren aus Afrika ausgewandert waren und vor wenigstens 2,1 Millionen Jahren China erreicht hatten. Die ältesten bekannten menschlichen Fossilien Eurasiens wurden in Dmanissi (Georgien) gefunden und auf ein Alter von über 1,8 Millionen Jahren datiert. Ihre archaischen anatomischen Merkmale lassen die übliche Zuordnung zu *Homo erectus* fragwürdig erscheinen. Eher stammen sie von den Nachfahren der frühesten afrikanischen Auswanderer³². Allerdings ist auch nicht auszuschließen, dass sie tatsächlich auf eine Auswanderungswelle von *Homo erectus* zurückgehen, die vor knapp 2 Millionen Jahren erfolgt sein dürfte. Zu dieser frühen Zeit könnten noch Subpopulationen dieses Menschentyps oder Hybride existiert haben, die sehr archaische Merkmale aufwiesen.

Sofern sich eine neuere genetische Modellrechnung als haltbar erweist, blieben die frühen Auswanderer aus Afrika für gut eine Million Jahre vom Hauptstrang der menschlichen Evolution in Afrika gänzlich oder zumindest sehr weitgehend isoliert. Dafür spricht auch, dass eine fortgeschrittenere Form der Steinbearbeitung, die sich in Afrika verhältnismäßig schnell ausbreitete, in Eurasien erst sehr viel später zu finden ist³³. So werden etwa die ältesten Spuren von Menschen in Westeuropa (Steinwerkzeuge) auf ein Alter von wenigstens 1,8-1,9 Millionen Jahre datiert, doch Faustkeile, die eine fortgeschrittenere Technologie repräsentieren, tauchen erst etwa eine Million Jahre später auf³⁴.

Die frühen Menschen dürften nicht über Kleidung und Transportgefäße verfügt haben. Und körperlich ist der Mensch nicht gut ausgestattet, um mit Temperaturextremen oder Wassermangel umzugehen. Deshalb waren günstige klimatische Bedingungen Voraussetzung jeder Migration³⁵. Während klimatischer Trockenphasen gab es solche guten Bedingungen auf dem Weg nach Eurasien nicht. Dies erklärt, neben dem engen Wanderungskorridor aus Afrika heraus, warum es zu einer solchen Isolation kommen konnte.

Erst seit etwa 800 000 Jahren vor unserer Zeit erfolgte offenbar erneut eine größere Welle der Auswanderung aus Afrika, diesmal durch *Homo heidelbergensis*. Diese späteren Auswanderer kreuzten sich mit den archaischen Menschen, auf die sie in Eurasien trafen (wahrscheinlich *Homo erectus*). Bald darauf schon begannen sie sich in zwei unterschiedliche Populationen aufzuspalten, aus denen sich Neandertaler und Denisova-Menschen entwickelten. Als schließlich *Homo sapiens*-Gruppen vor über 200 000 Jahren begannen, aus Afrika auszuwandern, begegneten sie diesen eurasischen Arten. Erneut kam es zu Kreuzungen. Dabei erwarb der moderne Mensch nicht nur

32 G. Scardia u. a.: What kind of hominin first left Africa? *Evolutionary Anthropology* 2020, https://www.researchgate.net/profile/Giancarlo-Scardia-2/publication/344163839_What_kind_of_hominin_first_left_Africa/links/5fc7982592851c00f845404d/What-kind-of-hominin-first-left-Africa.pdf.

33 A. Rogers u. a.: Neanderthal-Denisovan ancestors interbred with a distantly related hominin. *Science Advances* 2020, <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aay5483>.

34 J. Reumer u. a.: Did *Homo erectus* sensu lato live in western Europe during the Early Pleistocene? *Cainozoic Research* 2021, https://www.researchgate.net/publication/353357182_Did_Homo_erectus_live_in_WEurope_during_the_EPleistocene.

35 R. Croitor: Paleobiogeography of early human dispersal in western Eurasia: Preliminary results. Elsevier 2018, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S163106831730115X#bbib0120>.

Erbgut von Neandertalern und Denisova-Menschen, sondern auch etwas von dem „superarchaischen“ Erbgut aus deren früheren Kreuzungen³⁶. Wahrscheinlich ist superarchaisches Erbgut allerdings vor allem in Afrika auf den modernen Menschen übergegangen³⁷.

Vermutlich gab es mehrere, zumindest jedoch zwei Migrationswellen von *Homo sapiens* aus Afrika heraus. Die ältesten Überreste unserer Art außerhalb Afrikas wurden in Griechenland gefunden und auf ein Alter von etwa 210 000 Jahren datiert³⁸. Vor etwa 250 000 bis 200 000 Jahren dürfte die Wasserverfügbarkeit auf dem wahrscheinlichsten Weg über Niltal und Sinai-Halbinsel für Wanderbewegungen ausgereicht haben. Doch die frühen modernen Menschen hinterließen in Eurasien nur wenige Spuren. Vielleicht konnten sie sich in der Konkurrenz mit anderen Menschenarten nicht durchsetzen oder waren sich verschlechternden Klimabedingungen nicht gewachsen. Jedenfalls kam es erst mit einer letzten starken Auswanderungswelle vor etwa 65 000 Jahren zur folgenreichen Ausbreitung des modernen Menschen³⁹.

Die Entwicklung von *Homo sapiens* in Afrika

Der Hauptstrang der menschlichen Evolution verlief in Afrika, wo sehr verschiedene menschliche Bevölkerungsgruppen eine nur locker verbundene Metapopulation bildeten. Das Klima war von einem Wechsel von trockeneren und feuchteren Phasen bestimmt. In trockenen Klimaphasen wurden die für Menschen günstigen Lebensräume immer wieder voneinander getrennt. Die enorme Größe des afrikanischen Kontinents, geologische Bedingungen und sehr unterschiedliche ökologische Lebensräume dürften zu den Barrieren für Wanderungen beigetragen haben. Daher entwickelten sich verschiedene menschliche Populationen über längere Zeiträume ganz oder weitgehend isoliert, während es unter günstigeren Bedingungen oder auch unter dem Druck, geeignete neue Lebensräume zu finden, wieder verstärkt zu genetischem und kulturellem Austausch kam⁴⁰.

Von einem Forscherteam wurden aus genetischen Daten verschiedene Modelle abgeleitet, um die genetische Diversität der heutigen Menschheit zu erklären. Nach dem Modell, das die beste Übereinstimmung mit den Daten erzielte, existierten in Afrika seit etwa einer Million Jahren zwei relativ isolierte menschliche Stammbevölkerungen nebeneinander, zwischen denen es aber immer wieder begrenzten genetischen Austausch gab. Wohl erst vor etwas mehr als 100 000 Jahren kam es durch Wanderbewegungen oder Bevölkerungsexpansion zu mehreren Ereignissen verstärkter Vermischung dieser beiden Stammbevölkerungen, aus denen die heutige Struktur afrikanischer Bevölkerungsgruppen hervorgegangen ist⁴¹. Auch wenn die Merkmale des modernen Menschen sich aus dem Erbe verschiedener afrikanischer Abstammungslinien zusammensetzen, schließt dies keineswegs aus, dass in einer besonderen Population in nur einer Region einige für die Gehirnentwicklung entscheidende Mutationen entstanden sind, die erst das volle moderne

36 A. Rogers u. a.: Neanderthal-Denisovan ancestors interbred with a distantly related hominin. *Science Advances* 2020, <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aay5483>; M. J. Hubisz u. a.: Mapping gene flow between ancient hominins through demography-aware inference of the ancestral recombination graph. *PLOS Genetics*, <https://journals.plos.org/plosgenetics/article?id=10.1371/journal.pgen.1008895>.

37 N. Hollfelder u. a.: The deep population history in Africa. *Human Molecular Genetics* 2021, <https://academic.oup.com/hmg/article/30/R1/R2/6089116>.

38 K. Harvati u. a.: Apidima Cave fossils provide earliest evidence of *Homo sapiens* in Eurasia. *Nature* 2019, <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1376-z>.

39 R. Beyer u. a.: Climatic windows for human migration out of Africa in the past 300,000 years. *Nature* 2021, <https://www.nature.com/articles/s41467-021-24779-1#MOESM4>.

40 E. Scerri u. a.: Beyond multiregional and simple out-of-Africa models of human evolution. *Nature Ecology & Evolution* 2019, <https://arxiv.org/pdf/1907.00001v1.pdf>.

41 A. R. Ragsdale u. a.: A weakly structured stem for human origins in Africa. *Nature* 2023, <https://www.nature.com/articles/s41586-023-06055-y>.

Verhaltensrepertoire ermöglichten, das unsere Art so außerordentlich erfolgreich gemacht hat⁴². Möglicherweise hat *Homo sapiens* entscheidende Schritte der Gehirn- und Kulturentwicklung in einem Rückzugsgebiet in Südafrika während einer eiszeitlichen Trockenphase durchlaufen⁴³. Dort finden sich sehr frühe Zeugnisse für eine kulturelle Blüte komplexer Technologie und symbolischen Verhaltens, wie nur der moderne Mensch sie hervorgebracht hat. In einer feuchteren Klimaphase vor etwa 70 000 Jahren scheinen Bevölkerungsgruppen von Südafrika nach Ostafrika gewandert zu sein und dabei kulturelle Überlieferungen und Gene in die dortige Bevölkerung eingebracht zu haben. Möglicherweise kam es dann noch zu weiteren wichtigen genetischen Veränderungen. Jedenfalls begann sich *Homo sapiens* von Ostafrika aus ab etwa 70 000 Jahren vor unserer Zeit stark auszubreiten und eroberte bald die gesamte bewohnbare Welt⁴⁴.

Entwickelte sich der Mensch in Anpassung an einen Klimawandel?

Aufgrund der bisherigen Funde wird der Ursprung der Gattung *Homo* in Ostafrika vermutet. Vor mehr als drei Millionen Jahren begann das Klima dort zunehmend trockener und instabiler zu werden. Dies ist auf einen allmählichen Abkühlungstrend zurückzuführen, der in das Eiszeitalter auf der Nordhalbkugel ab etwa 2,7 Millionen Jahren vor unserer Zeit mündete. Veränderungen der Erdumlaufbahn um die Sonne lösten dabei periodische starke Klimaveränderungen aus. Während es auf der Nordhalbkugel zu einem Wechsel zwischen Eiszeiten und weit wärmeren Zwischeneiszeiten⁴⁵ kam, schwankte das Klima in Afrika zwischen trockenen und regenreicheren Phasen. In Ostafrika führte die Trockenheit zu einem Rückgang geschlossener Wälder und der Ausbreitung von Savannenlandschaften. Aus dem zunehmenden Verschwinden der üppigen Vegetation der Regenwälder dürfte ein erheblicher Selektionsdruck auf die dort lebenden Arten resultiert haben. Die sich neu herausbildende Gattung Mensch wird häufig als das Ergebnis einer Anpassung an die Lebensbedingungen der Savanne unter instabilen Klimabedingungen verstanden, einer Anpassung in Richtung größerer Variabilität des Verhaltens auf Basis höherer Intelligenz⁴⁶.

Gegen diese plausible Hypothese lässt sich allerdings einwenden, dass ein eindeutiger Zusammenhang von Klimatrends mit der Evolution des Menschen bisher nicht hergestellt werden konnte. Die Zahl der Fossilienfunde bleibt noch zu klein und zu stark von den Zufällen günstiger Fundstellen wie der Suchanstrengungen bestimmt⁴⁷. Auch die relative Stabilität der ostafrikanischen

42 A. Meneganzin u. a.: Pan-Africanism vs. single-origin of *Homo sapiens*: Putting the debate in the light of evolutionary biology. *Evolutionary Anthropology* 2022, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/evan.21955>.

43 S. Neubauer u. a.: The evolution of modern human brain shape. *Science Advances* 2018, <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aao5961>.

44 T. Rito u. a.: A dispersal of *Homo sapiens* from southern to eastern Africa immediately preceded the out-of-Africa migration. *Scientific Reports* 2019, <https://www.nature.com/articles/s41598-019-41176-3>.

45 Auch wir leben im Grunde in einer solchen Zwischeneiszeit, die vor etwa 14 000 Jahren eingesetzt hat. Nur hätten die Bahnparameter der Erde eine ungewöhnlich lange Dauer dieser wärmeren Periode erwarten lassen. Aufgrund der vom Menschen ausgelösten Klimaerwärmung könnte das jüngste Eiszeitalter inzwischen jedoch an sein Ende gelangt sein.

46 C. Campisano u. a.: The Hominin Sites and Paleolakes Drilling Project: High-Resolution Paleoclimate Records from the East African Rift System and Their Implications for Understanding the Environmental Context of Hominin Evolution. *Paleoanthropology* 2017, https://pure.aber.ac.uk/portal/files/25599804/PA20170001_new.pdf; R. Lupien u. a.: Vegetation change in the Baringo Basin, East Africa across the onset of Northern Hemisphere glaciation 3.3–2.6 Ma. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology* 2019, https://www.geo.arizona.edu/sites/default/files/data/146_lupien_et_al_2019_ppp_btb_leaf_wax.pdf, und R. Lupien u. a.: Abrupt climate change and its influences on hominin evolution during the early Pleistocene in the Turkana Basin, Kenya. *Quaternary Science Reviews* 2020, <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10191113>. Vgl. auch: A. Parravicini / T. Pievani: Multi-level human evolution: ecological patterns in hominin phylogeny. *Journal of Anthropological Sciences* 2016, <https://air.unimi.it/bitstream/2434/679151/2/PARRAVICINI-PIEVANI%202016%20JASs.pdf>. Diese Autoren bringen die Entwicklung verschiedener menschlicher Spezies mit einer zunehmenden geologisch wie klimatisch bedingten Differenzierung von Lebensräumen in Verbindung.

47 S. Maxwell u. a.: Sporadic sampling, not climatic forcing, drives observed early hominin diversity. *PNAS* 2018,

Fauna scheint nicht recht ins Bild einer klimagetriebenen Evolution zu passen⁴⁸. Und es ist auch erst seit etwa zwei Millionen Jahren zu einer deutlichen Vergrößerung des Gehirns unserer Vorfahren gekommen⁴⁹.

Eine genauere Rekonstruktion der Klimabedingungen in Ostafrika ergab, dass es dort zu einem allgemeinen Trend der Ausbreitung von an Trockenheit und hohe Sonneneinstrahlung angepassten Pflanzen gekommen ist. Diese werden aufgrund eines etwas anderen Ablaufs der Photosynthese C4-Pflanzen genannt. Vor allem handelt es sich um Gräser, unter denen es auch sehr nahrhafte Arten gibt (z. B. Zuckerrohr oder Mais). Wo dagegen ausreichend Feuchtigkeit vorhanden ist, kommen natürlicherweise fast ausschließlich C3-Pflanzen vor. Dies gilt auch für den tropischen Regenwald⁵⁰.

Wie sich anhand von Kohlenstoffisotopen in den Zähnen nachweisen lässt, verlief der Übergang von Tieren wie Menschen zu einer auf C4-Pflanzen basierten Ernährung in Ostafrika regional und zeitlich sehr unterschiedlich und eher allmählich. Offenbar wurde der Trend in Richtung zunehmender Trockenheit durch lokale Bedingungen so weit modifiziert, dass ein Mosaik sehr verschiedener Landschaften entstand, darunter häufig Savannenlandschaften mit mehr oder weniger dichten Baumbeständen⁵¹. Für eine Region konnte zwar ein sprunghafter Übergang verschiedener Homininenarten zu C-4 Pflanzen (oder Fleisch von Pflanzenfressern, die sich von solchen Pflanzen ernähren, was sich nicht unterscheiden lässt) nachgewiesen werden, der vor etwa 2,37 Mio. Jahren erfolgte. Doch diese Anpassung an eine veränderte Ernährung ging nicht mit dem Auftreten neuer Arten einher⁵².

Als Beleg für eine klimagetriebene Evolution des Menschen wurde angeführt, dass sich insbesondere bei den Paranthropus-Arten (robusten Australopithecinen) sehr große Backenzähne mit dickem Zahnschmelz und entsprechend kräftige Kiefer herausbildet haben. Dies wurde als Anpassung an den Konsum harter Pflanzennahrung verstanden. Der Mensch hätte sich dagegen auf die flexiblere Strategie verlegt, sich ein ähnliches Nahrungsangebot durch den Gebrauch von Steinwerkzeugen zu erschließen⁵³. Neuere Studien haben allerdings gezeigt, dass gerade die Paranthropusart mit dem ausgeprägtesten Gebiss keineswegs auf besonders harte Nahrung spezialisiert war. Eher scheint es sich um eine Anpassung an viel Kauarbeit beim Zermahlen nährstoffreicher Gräser wie deren Wurzeln und Knollen gehandelt zu haben⁵⁴. Auch wenn

<https://www.pnas.org/content/pnas/115/19/4891.full.pdf>

- 48 S. Maxwell u. a.: Sporadic sampling, not climatic forcing, drives observed early hominin diversity. PNAS 2018, <https://www.pnas.org/content/pnas/115/19/4891.full.pdf>. D. Geraads: Faunal Change in Eastern Africa at the Oldowan – Acheulean Transition. In: R. Gallotti / M. Mussi (Eds.): The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Springer 2018, S. 183ff, https://www.researchgate.net/publication/327098453_The_Emergence_of_the_Acheulean_in_East_Africa_and_Beyond_Contributions_in_Honor_of_Jean_Chavaillon. Der Autor legt angesichts mangelnder Belege für stärkere Veränderungen der ostafrikanischen Fauna während der Frühzeit des Menschen nahe, eher der Werkzeuggebrauch selbst denn ein Klimawandel könnte zur Triebkraft der menschlichen Evolution geworden sein.
- 49 P. Gingerich: Pattern and rate in the Plio-Pleistocene evolution of modern human brain size. Scientific Reports 2022, <https://www.nature.com/articles/s41598-022-15481-3#Sec11>.
- 50 N. van der Merwe: Carbon Isotopes, Photosynthesis, and Archaeology. American Scientist 1982, https://www.biointeractive.org/sites/default/files/Isotopes_AmScientist_1982.pdf.
- 51 E. N. Fillion / T. Harrison: Local and regional drivers of paleoenvironmental change in eastern Africa during the emergence of *Paranthropus* and *Homo*. SSRN 2022, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4069764.
- 52 J. G. Wynn u. a.: Isotopic evidence for the timing of the dietary shift toward C4 foods in eastern African *Paranthropus*. PNAS 2020, <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2006221117>.
- 53 C. Hertler u. a.: The earliest stages of hominin dispersal in Africa and Eurasia, in: I. Ness: The Encyclopedia of Global Human Migration. Blackwell 2013, https://www.researchgate.net/publication/313988454_2_The_earliest_stages_of_hominin_dispersal_in_Africa_and_Eurasia.
- 54 J. Marcé-Nogué u. a.: Broad-scale morpho-functional traits of the mandible suggest no hard food adaptation in the hominin lineage. Scientific Reports 2020, <https://www.nature.com/articles/s41598-020-63739-5>. Vgl. auch: P. Ungar: Dental Evidence for the Reconstruction of Diet in African Early *Homo*. Current Anthropology 2012, <https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/666700>; O. Paine / D. Daegling: The game of models: Dietary

Paranthropus wohl stärker als Homo auf C4-Pflanzen spezialisiert war⁵⁵, konnte das Verhältnis von C4-Pflanzen zu C3-Pflanzen (bzw. Fleisch von entsprechenden Pflanzenfressern) in der Ernährung beider Gattungen sehr unterschiedlich sein. Vor allem ist für sie charakteristisch, dass sie mehr oder weniger ausgeprägte Generalisten waren und sich flexibel auf unterschiedliche Umweltbedingungen und Nahrungsangebote einzustellen vermochten⁵⁶.

Unter Bedingungen größerer Trockenheit muss sich das Nahrungsangebot für viele Arten verändert und insgesamt verringert haben. Paranthropus wie Homo vermochten recht flexibel mit unterschiedlichen ökologischen Bedingungen zurechtzukommen. Doch das besondere Gebiss von Paranthropus lässt sich kaum anders denn als Anpassung an die Ernährung von Gräsern in den sich ausbreitenden Savannenlandschaften erklären. Der Mensch (vielleicht auch Paranthropus oder eine andere verwandte Art) hat sich durch den Einsatz von Steinwerkzeugen zusätzliche Nahrungsquellen erschlossen. Dabei lässt sich sogar spekulieren, ob die ältesten Funde solcher Werkzeuge zeitlich nur zufällig sehr weit auseinanderliegen und in Zeiten datiert werden, in denen die allgemeine Klimaentwicklung ausgeprägte Trockenheiten vermuten lässt. Möglicherweise haben die ersten Hersteller von Steinwerkzeugen diese Praxis ja auch schnell wieder aufgegeben, sobald bei günstigerem Klima einfachere Möglichkeiten der Nahrungsbeschaffung zur Verfügung standen.

Je genauer das Bild wird, das wir uns von den ökologischen Bedingungen der Vergangenheit und der Ernährung der Homininen zu machen vermögen, desto weniger scheinen einfache Erklärungen zu passen. Nur sollte man sich den Blick nicht durch zu viele Details verstellen lassen. Denn klar ist, dass es während der Zeit, in der sich der Mensch entwickelt hat, zu einer zunehmenden und gleichgerichteten Veränderung der Lebensräume in Ostafrika gekommen ist. Die Fauna mag sich, was das bloße Vorkommen von Arten anlangt, nicht radikal verändert haben. Doch es kam zu einer tiefgreifenden Verschiebung in der Zusammensetzung der pflanzenfressenden Tierpopulationen. Insbesondere die größten der auf Blätter von C3-Pflanzen angewiesenen Pflanzenfresser – darunter vor allem mit Elefanten verwandte, inzwischen ausgestorbene Arten - begannen seit etwa 4 Millionen Jahren deutlich in ihrer Zahl zurückzugehen, während der Anteil kleinerer und grasender Tiere zunahm. Die stärksten Klimaextreme aber, die schließlich zu einer starken Veränderung der Tierpopulationen in Richtung der heutigen afrikanischen Verhältnisse führten, setzten erst vor etwa einer Million Jahre ein⁵⁷. Eine neue genetische Studie kommt zu dem Ergebnis, dass wohl infolge einer lange anhaltende Trockenphase die Menschheit vor etwa 900 000 Jahren am Rand des Aussterbens stand und sich die verbliebene kleine Restpopulation auch für mehr als 100 000 Jahre nicht erholen konnte⁵⁸. Sicher nicht zufällig fällt in die Zeit dieser Klimaextreme auch die größte Zunahme des menschlichen Hirnvolumens.

Der Mensch als Werkzeughersteller

reconstruction in human evolution. *Journal of Human Evolution* 2023,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0047248422001555#bib139>.

55 T. E. Cerling u. a.: Stable isotope-based diet reconstructions of Turkana Basin hominins. *PNAS* 2013,
<https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1222568110>.

56 T. Lüdecke u. a.: Dietary versatility of Early Pleistocene hominins. *PNAS* 2018,
<https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1809439115>.

57 J. T. Faith u. a.: Early hominins evolved within non-analog ecosystems. *PNAS* 2019,
<https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1909284116>.

58 Zu den Ergebnissen und einem kritischen Einwand, dass der extreme Bevölkerungseinbruch nur auf Afrika begrenzt gewesen sein könnte: A. Ikarashi: Human ancestors nearly went extinct 900,000 years ago. *Nature* 2023,
<https://www.nature.com/articles/d41586-023-02712-4>.

Entwicklung technischer Fertigkeiten und soziales Lernen bei frühen Menschen

Die vergleichende Untersuchung von Primaten deutet darauf hin, dass es bereits bei manchen dieser Arten zu einer Koevolution von sozialem Lernen, größeren Gehirnen, Langlebigkeit und komplexeren Sozialstrukturen gekommen ist. Jene Arten, bei denen soziales Lernen eine wichtige Rolle spielt, verwenden typischerweise auch einfache Werkzeuge, die meist dazu dienen, ihre Möglichkeiten des Nahrungserwerbs zu erweitern⁵⁹. Über das umfassendste Repertoire des Werkzeuggebrauchs unter nichtmenschlichen Primaten verfügen dabei die Schimpansen. Sie stellen etwa einfache Werkzeuge aus Zweigen her, um Termiten zu angeln. Zum Nüsseknacken benutzen sie Steine, wofür es einen Amboss und einen Hammer braucht. Geeignete Steine müssen gesucht und ausgewählt werden. Die Schlagtechnik erfordert ein nicht unbeträchtliches Geschick. Junge Schimpansen lernen das Nüsseknacken, indem sie ihre Mütter nachahmen, die ihnen das „Lernmaterial“ auch auffordernd zur Verfügung stellen. Doch obwohl sie das Vorbild dauernd vor Augen haben, brauchen sie Jahre, bis sie die Technik gut beherrschen. Sie lernen offenbar nicht durch genaue Imitation, sondern durch am Ziel orientiertes ausdauerndes Probieren. Das Vorbild der Mutter oder anderer Schimpansen gibt dabei nur die grobe Richtung vor und zeigt, dass es lohnt, das Ziel zu verfolgen⁶⁰.

Die frühen Menschen dürften kaum intelligenter als heutige Menschenaffen gewesen sein, ihre Gehirne waren jedenfalls nicht viel größer. Doch wahrscheinlich hat ihr Sozialverhalten soziales Lernen begünstigt. Während Schimpansen nur von ihren Müttern großgezogen werden und Werkzeuggebrauch weitgehend in der Interaktion mit diesen erlernen, wurden Menschenkinder möglicherweise von beiden Eltern und auch noch anderen Gruppenmitgliedern betreut. Bei Arten, die Jungtiere gemeinschaftlich aufziehen, ergeben sich typischerweise mehr Lernsituationen, und ältere Tiere versuchen auch aktiv, den jungen etwas beizubringen. Allein schon ein solches soziales Lernen begünstigende Sozialverhalten könnte bewirkt haben, dass die frühen Menschen ein höheres technologisches Niveau erreichen konnten als Schimpansen⁶¹.

Die ältesten unumstrittenen Funde gezielter Steinbearbeitung⁶², um scharfe Schnittkanten zu erzielen, gehören zur sogenannte Oldowan-Industrie⁶³, die spätestens vor knapp 3 Millionen Jahren einsetzte. Ob die dafür nötige Technik der Steinbearbeitung nur vom Menschen (und vielleicht der einen oder anderen Art nahe verwandter Homininen) erreichte kognitive Fähigkeiten voraussetzte, bleibt umstritten, erscheint jedoch wahrscheinlich⁶⁴. Verschiedene Funde der noch sehr einfach

59 S. Street u. a.: Coevolution of cultural intelligence, extended life history, sociality, and brain size in primates. PNAS 2017, <https://www.pnas.org/content/pnas/114/30/7908.full.pdf>.

60 Eine umfassende Darstellung dieses Repertoires bieten etwa: C. Boesch / H. Boesch: Tool Use and Tool Making in Wild Chimpanzees. Folia Primatologica 1990, https://www.researchgate.net/publication/20997706_Tool_Use_and_Tool_Making_in_Wild_Chimpanzees. Anschauliche Beispiele bietet die Seite des Max-Planck-Instituts zu Schimpansen, <https://www.schimpanzen.mpg.de/19444/Werkzeuge>.

61 G. Pradhan u. a.: Social organization and the evolution of cumulative technology in apes and hominins. Journal of Human Evolution 2012, https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/71087/5/Pradhan_et_al_Social_organization.pdf.

62 Dass auch Affen (Makaken) als Abfallprodukt des Aufschlagens von Nüssen mit Steinen zufällig scharfkantige Abschlüge produzieren, die manchen der Oldowan-Steinwerkzeuge stark ähneln, wurde jüngst dokumentiert. Vgl.: <https://www.wissenschaft.de/geschichte-archaeologie/affen-stellen-unabsichtlich-steinwerkzeuge-her/>. Doch sie benutzen diese nicht als Klingen und bringen natürlich auch keine Formen hervor, die eine Bearbeitung mit mehreren Schlägen, eine gezielte Materialauswahl oder ähnliches zeigen. Deshalb gibt es auch keinen Anlass, die Interpretation der ältesten Funde von gezielt hergestellten Steinwerkzeugen zu überdenken.

63 R. Gallotti: Before the Acheulean in East Africa: An Overview of the Oldowan Lithic Assemblages, in: R. Gallotti / M. Mussi (Eds.): The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Springer 2018, https://www.researchgate.net/publication/327098453_The_Emergence_of_the_Acheulean_in_East_Africa_and_Beyond_Contributions_in_Honor_of_Jean_Chavaillon.

64 Vgl. etwa: D. Stout u. a.: Archaeology and the Origins of Human Cumulative Culture. A Case Study from the Earliest Oldowan at Gona, Ethiopia. Current Anthropology 2019, <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/703173>. In den an den Hauptbeitrag anschließenden

zugehauenen Steinwerkzeuge zeigen, dass ihr Herstellungsmaterial bereits gezielt nach Qualität ausgewählt und mitunter über mehr als 10 Kilometer transportiert wurde. Vor allem ging es bei dieser Industrie darum, mit Hammersteinen Abschlüge von einem Geröllstein zu machen. Die abgesplitterten flachen Steinfragmente wurden dann durch weitere kleine einseitige oder gelegentlich auch zweiseitige Abschlüge weiter bearbeitet, so dass eine möglichst scharfe Kante entstand. So konnten zum Schneiden, Hacken oder Schaben geeignete Werkzeuge gewonnen werden. Gelegentlich wurden auch runde Formen erzeugt, wohl um etwas zerstampfen, zermahlen oder zertrümmern zu können. Gebrauchsspuren zeigen, dass die Werkzeuge vor allem eingesetzt wurden, um sich schwer zugängliche pflanzliche Nahrungsquellen zu erschließen oder Holzwerkzeuge herzustellen. Auch das Ablösen von Fleisch von Tierknochen und das Zertrümmern der Knochen, um an das Mark zu gelangen, lässt sich anhand typischer Schnittmarken und Bruchmerkmale nachweisen. Die der frühen Oldowan-Industrie zuzurechnenden Funde liegen zeitlich noch sehr weit auseinander, so dass nicht sicher von einer durchgängigen Tradition der Werkzeugherstellung ausgegangen werden kann⁶⁵.

Die nötigen Fertigkeiten beim Abschlagen von Steinen sind von Laien gar nicht so leicht zu erlernen. Möglicherweise setzte bereits das einfache Niveau der Steinbearbeitung der Oldowan-Kultur voraus, dass die Technik gezielt demonstriert wurde. Dafür spricht auch, dass es einen Fundort gibt, an dem zahlreiche ungeschickte oder misslungene Versuche eine noch mangelhafte Beherrschung der Abschlagtechnik zeigen. An anderen Fundorten wurde dagegen (in noch früherer Zeit) offenbar mit zuverlässiger Präzision gearbeitet⁶⁶.

Ein bewusstes Zeigen und Abschauen, das zumindest für die Aneignung späterer, anspruchsvoller Formen der Werkzeugherstellung angenommen werden muss, setzt bei den Lehrenden voraus, dass sie ein Bewusstsein von den Wissensdefiziten der Lernenden haben, bei den Lernenden, dass sie begreifen, dass es etwas zu lernen gibt⁶⁷. Laute und Gesten können Hinweise geben, doch ohne Sprache dürfte die Vermittlung von Techniken schwierig und unsicher gewesen sein, was ihrer Entwicklung enge Grenzen setzen musste. Je nützlicher allerdings die Aneignung von solchen und anderen Techniken für das Überleben war, und je umfangreicher das verfügbare kulturelle Repertoire wurde, desto stärker muss die Selektion die Herausbildung einer Motivation begünstigt haben, Rollenmodelle genauer zu beobachten und ihr Verhalten zuverlässiger zu imitieren. Eine genetisch verankerte größere Achtsamkeit für das Tun anderer konnte umgekehrt auch die Motivation begünstigen, insbesondere den Jungen durch gestische und lautliche Hinweise zu zeigen, worauf es ankommt.

Die innovativen Schritte, die unsere frühesten Vorfahren oder enge Verwandte von ihnen gemacht haben, waren allerdings nicht sehr groß. Das ergibt sich etwa daraus, dass auch Schimpansen beigebracht werden kann, sehr einfache Steinwerkzeuge herzustellen, wobei sie allerdings schnell an die Grenzen ihrer Fähigkeiten gelangen⁶⁸. Vor allem aber blieben die Steinwerkzeuge über Jahrhunderttausende sehr einfach. Für die mehr als eine Million Jahre, in der nach bisheriger Fundlage nur die Oldowan-Industrie existierte, ist kein klarer Trend einer technischen Weiterentwicklung erkennbar. Immerhin zeigt sich aber eine gewisse Variabilität von Werkzeugen

Kommentarbeiträgen artikuliert insbesondere C. Tennie die Kritik an der These, schon zu dieser frühen Zeit hätte eine kumulative Entwicklung der Kultur eingesetzt.

65 J. Shea: Occasional, obligatory, and habitual stone tool use in hominin evolution. Wiley 2017 (online frei zugänglich, doch Link ist zu lang, um ihn hier einzufügen).

66 R. Gallotti: Before the Acheulean in East Africa: An Overview of the Oldowan Lithic Assemblages, in: R. Gallotti / M. Mussi (Eds.): The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Springer 2018, S. 19, https://www.researchgate.net/publication/327098453_The_Emergence_of_the_Acheulean_in_East_Africa_and_Beyond_Contributions_in_Honor_of_Jean_Chavaillon.

67 M. Lombard / A. Högberg: Four-Field Co-evolutionary Model for Human Cognition: Variation in the Middle Stone Age/Middle Palaeolithic. Journal of Archaeological Method and Theory 2021, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10816-020-09502-6#Tab2>.

68 P.-J. Texier: Technological Assets for the Emergence of the Acheulean? In: R. Gallotti / M. Mussi (Eds.): The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Springer 2018, S. 34.

und Herstellungstechniken je nach lokalen Bedingungen. Und an späteren Fundstätten ist eher das gesamte Repertoire dieser Industrie präsent, an früheren dagegen meist nur die eine oder andere Variante. Dies spricht dagegen, sich das Verhalten der frühen Werkzeughersteller als allzu starr und uniform vorzustellen⁶⁹.

Zwar wissen wir nicht genau, wann und unter welchen Bedingungen es dazu kam, doch wohl spätestens bei *Homo erectus* ist eine sehr, sehr allmähliche Akkumulation von Wissen und Fertigkeiten in Gang gekommen, die eine zuverlässigere Weitergabe des kulturellen Repertoires an die jeweils nächste Generation voraussetzte. Dafür spricht das Aufkommen einer neuen Technik der Herstellung von Steinwerkzeugen, wobei allerdings Oldowan-Werkzeuge weiterhin hergestellt werden und oft zusammen mit Werkzeugen dieser sogenannten Acheuléen-Kultur (oder anglifiziert: Acheulean) gefunden wurden. Die frühesten bekannten Exemplare von Handäxten, die charakteristisch für die Acheulean-Industrie sind, werden auf etwa 1,75 Millionen Jahre datiert und zeigen noch deutliche Schwächen bei der Herstellung. Die dafür entscheidende Fähigkeit, kontrollierte Abschlüge in drei Dimensionen vornehmen zu können, war schon bei einem etwas älteren, auf etwa 1,8 Millionen Jahre datierten Fund zu erkennen, der noch der Oldowan-Industrie zugerechnet wird⁷⁰. Ab etwa dieser Zeit finden sich erstmals auch ähnlich gearbeitete Werkzeuge aus Knochen, die zunächst wohl vor allem dazu genutzt wurden, um im Boden nach Nahrung zu graben⁷¹.

Bei den Handäxten lässt sich – über einen Zeitraum von Jahrhunderttausenden - ein klarer Trend zu einer verbesserten Bearbeitung durch mehr Abschlüge erkennen, um so möglichst gerade und scharfe Schnittkanten zu erzielen. Eine erhebliche weitere Verfeinerung dieser Werkzeuge ist bei Funden mit einem Alter ab etwa 1 Million Jahre festzustellen. An einer besonders gut datierten und dokumentierten Fundstelle, etwa 0,85 Millionen Jahre alt, fanden sich perfekt gearbeitete dünne und symmetrische Werkzeuge, deren Herstellung eine nur durch ausdauernde Übung zu erreichende, hoch entwickelte Fähigkeit sensomotorischer Kontrolle voraussetzt. Hier war auch erstmals der Einsatz von Hämmern aus hartem Holz zur Feinbearbeitung nachzuweisen⁷².

Einen weiteren Schritt der Perfektionierung markiert die sogenannte Levallois-Technik der Steinbearbeitung, die sich ab gut 300 000 Jahren vor unserer Zeit ausbreitete. Für diese Technik werden schon frühere Beispiele oder Vorläufer angeführt, die in Europa bis über 400 000 Jahre zurückreichen, in Afrika sogar um die 500 000 Jahre alt sein könnten⁷³. Auch wenn es verschiedene Definitionen dieser Technologie gibt, so laufen sie im wesentlichen darauf hinaus, dass durch eine sorgfältige Auswahl des Ausgangs-Gesteinskerns und dessen Vorbereitung mittels kleinerer Abschlüge kontrollierte größere Abschlüge ermöglicht werden, die das angestrebte Endprodukt darstellen, das allenfalls noch minimaler Korrekturen bedarf. Damit wird gezielt eine bestimmte,

69 R. Gallotti; Before the Acheulean in East Africa: An Overview of the Oldowan Lithic Assemblages, in: R. Gallotti / M. Mussi (Eds.): The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Springer 2018, https://www.researchgate.net/publication/327098453_The_Emergence_of_the_Acheulean_in_East_Africa_and_Beyond_Contributions_in_Honor_of_Jean_Chavaillon.

70 P.-J. Texier: Technological Assets for the Emergence of the Acheulean? In: R. Gallotti / M. Mussi (Eds.): The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Springer 2018, https://www.researchgate.net/publication/327098453_The_Emergence_of_the_Acheulean_in_East_Africa_and_Beyond_Contributions_in_Honor_of_Jean_Chavaillon.

71 M. Pante u. a.: New bone tools from Beds II-IV, Olduvai Gorge, Tanzania and implications for the origins and evolution of bone technology, *Journal of Human Evolution* 2019, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02998313/document>; K.Sano u. a.: A 1.4-million-year-old bone handaxe from Konso, Ethiopia, shows advanced tool technology in the early Acheulean. *PANS* 2020, <https://www.pnas.org/content/pnas/117/31/18393.full.pdf>.

72 Y. Beyene u. a.: The characteristics and chronology of the earliest Acheulean at Konso, Ethiopia. *PNAS* 2013, https://www.researchgate.net/figure/Cleavers-from-KGA6-A1-175-Ma-Left-KGA4-A2-16-Ma-Center-and-KGA12-A1-125_fig1_235381135.

73 M-H. Moncel u. a.: Early Levallois core technology between MIS 12 and 9 in Western Europe? *Elsevier* 2019, *Journal of Human Evolution* 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0047248419303665>.

standardisierte Form erreicht⁷⁴. So lässt sich das Rohmaterial optimal nutzen, und es werden besonders flache Werkzeuge mit langen Schneideklingen erzielt. Durch Einsatz von Klebstoffen aus Harz (anderswo auch aus Bitumen) konnten auch steinerne Speerspitzen oder Werkzeuge mit einem Holzgriff hergestellt werden, deren Gebrauch in Europa schon seit mehr als 200 000 Jahren vor unserer Zeit nachzuweisen ist⁷⁵. Für Afrika steht sogar zur Diskussion, dass Levallois-Steinbearbeitung und Herstellung von Speerspitzen schon vor 500 000 Jahren vorgekommen sein könnten⁷⁶.

Beobachtungen bei noch bis in die Gegenwart Steinwerkzeuge herstellenden Völkern zeigten, dass eine wenigstens 5-jährige Lehrzeit erforderlich ist, um bei der Herstellung anspruchsvoller Werkzeuge Meisterschaft zu erreichen, wobei vor allem das Erreichen einer dünnen Form, ohne das Werkzeug zu zerstören, eine große Herausforderung darstellt. Eine solche Technologie setzt ein hoch entwickeltes System kultureller Bedeutungen und sozialer Beziehungen voraus, um ausdauernde Lernbereitschaft zu motivieren und Detailwissen zu vermitteln, wie es etwa von D. Stout bei einem Volk auf Neuguinea beschrieben wurde⁷⁷. Der Autor meint zwar, die ethnographisch erfasste Technik mit dem Niveau der Steinbearbeitung, das vor etwa 500 000 Jahren erreicht wurde, vergleichen zu können. Doch angesichts der Perfektion der bereits vor mehr als 800 000 Jahren gefertigten Werkzeuge und der durch Experimente, die dafür erforderliche Handlungskette zu rekonstruieren, aufgezeigten Schwierigkeiten, müssen die Menschen auch dieser fernen Vergangenheit schon über weit entwickelte kognitive und soziale Fähigkeiten verfügt haben⁷⁸.

Die symmetrisch an beiden Seiten bearbeiteten Faustkeile, die für die Acheulean-Kultur charakteristisch sind, lassen sich nicht einfach durch bloße Orientierung am Ziel und Lernen durch Versuch und Irrtum herstellen. Dies gilt umso mehr für die besonders wohlgeformten und differenzierten Werkzeuge, die seit etwa einer Million Jahren auftauchten⁷⁹. Dies könnte dafür sprechen, dass schon Homo erectus zu einer einfachen sprachlichen Verständigung in der Lage war, was allerdings weiterhin umstritten bleibt⁸⁰. Denn experimentelle Versuche haben gezeigt, dass gestische Hinweise ausgereicht haben könnten, um die dafür nötigen Kenntnisse zu vermitteln⁸¹.

74 Anschaulich dargestellt in: Wikipedia, Levallois technique: https://en.wikipedia.org/wiki/Levallois_technique, und Levalloistechnik: <https://de.wikipedia.org/wiki/Levalloistechnik>.

75 V. Rots: Projectiles and Hafting Technology. Springer 2016, https://www.researchgate.net/publication/303626614_Projectiles_and_Hafting_Technology.

76 J. Wilkins u. a.: Evidence for Early Hafted Hunting Technology. Science 2012 (Link zu lang, um ihn einzufügen).

77 D. Stout: Skill and Cognition in Stone Tool Production. Current Anthropology 2002, https://www.researchgate.net/profile/Sophie-A-De-Beaune/publication/280989737_Commentaire_de_D_Stout_Skill_and_Cognition_in_Stone_Tool_production_an_ethnographic_case_study_from_Irian_Jaya/links/55f2b78508ae0960a38974d7/Commentaire-de-D-Stout-Skill-and-Cognition-in-Stone-Tool-production-an-ethnographic-case-study-from-Irian-Jaya.pdf.

78 Für eine genaue Beschreibung der Handlungskette und fotografische Darstellung siehe P.-J. Texier: Technological Assets for the Emergence of the Acheulean? In: R. Gallotti / M. Mussi (Eds.): The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Springer 2018, insbes. S. 46ff, https://www.researchgate.net/publication/327098453_The_Emergence_of_the_Acheulean_in_East_Africa_and_Beyond_Contributions_in_Honor_of_Jean_Chavaillon. Vgl. auch D. Stout: Stone toolmaking and the evolution of human culture and cognition. Philosophical Transactions of the Royal Society, 2011, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3049103/>.

79 Hao Li u. a.: The Victoria West: earliest prepared core technology in the Acheulean... Royal Society 2017, https://www.researchgate.net/publication/317988306_The_Victoria_West_earliest_prepared_core_technology_in_the_Acheulean_at_Canteen_Kopje_and_implications_for_the_cognitive_evolution_of_early_hominids.

80 L. Barham / D. Everett: Semiotics and the origin of language in the Lower Palaeolithic. Journal of Archaeological Method and Theory 2020, insbes. S. 40ff. <https://livrepository.liverpool.ac.uk/3093846/>. Dieser Beitrag setzt sich kritisch mit der lange vorherrschenden Auffassung auseinander, nach der sich Sprache vor höchstens 70 000 Jahren entwickelt habe, nämlich als zentrales Element einer kognitiver Revolution, die sich in einer plötzlichen Explosion symbolischen Verhaltens (etwa in Form von Höhlenmalereien) zeige. Zumindest seit etwa einer Million Jahren, ja möglicherweise schon wesentlich früher, hätten Menschen zumindest über eine sehr einfache Sprache verfügt.

81 K. Ohnuma u. a.: Transmission of Toolmaking through Verbal and Non-verbal Communication: Preliminary

Deshalb gehen andere Autoren davon aus, dass eine hoch entwickelte Mimetik (Gesten, Mimik, Lautäußerungen, Nachahmung) ausgereicht haben dürfte, die Kultur des Acheuléen zu entwickeln, und frühe Formen der Sprache sich erst vor etwa 500 000 Jahren herausgebildet haben⁸².

Bemerkenswert ist, dass das Aufkommen der Acheulean-Kultur zeitlich mit einer Reorganisation des Gehirns in Zusammenhang gebracht werden kann, wie sie sich aus Abdrücken auf den Schädellinnenseiten rekonstruieren lässt. Während der Frontallappen früherer Menschen noch die typischen Merkmale anderer Menschenaffen zeigte, nahm diese Hirnstruktur beim Homo erectus die für spätere Menschen typische Form an⁸³.

Experiments in Levallois Flake Production. Anthropological Science 1997,
https://www.jstage.jst.go.jp/article/ase1993/105/3/105_3_159/_pdf-char/en.

82 vgl.: D. Shilton u. a.: Human Social Evolution: Self-Domestication or Self-Control? Front. Psychol., 14 February 2020, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.00134/full>.

83 M. Ponce de León u. a.: The primitive brain of early Homo. Science 2021,
https://www.researchgate.net/profile/Christoph-Zollikofer/publication/350777083_The_primitive_brain_of_early_Homo/links/6076e032a03fca55fe2ad022/The-primitive-brain-of-early-Homo.pdf.