

Nutzten „Vormenschen“ ihre Hand wie moderne Menschen?

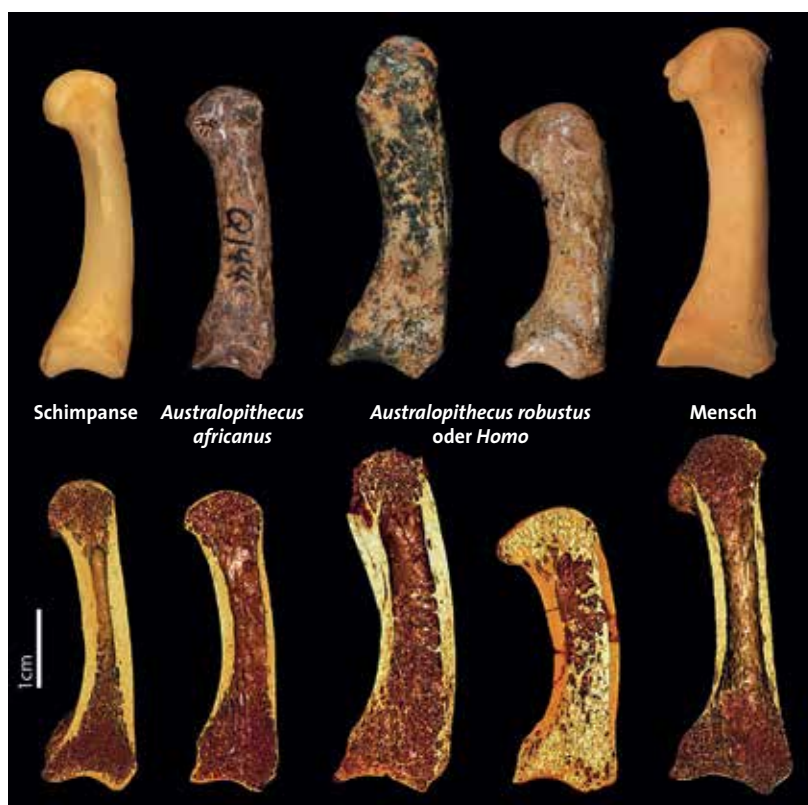
Die frühen Homininen der Gattung *Australopithecus* werden im Evolutionsmodell als „Vormenschen“ oder „Affenmenschen“ gedeutet. Eine Forschergruppe (SKINNER et al. 2015a) schließt aus Details der Knochenstruktur der Mittelhandknochen bei zwei dieser Formen auf eine menschenähnliche Nutzung von Werkzeugen durch diese frühen Homininen, was deren Übergangstatus stützen würde. Gegen diese Studie gibt es jedoch begründete Einwände.

Michael Brandt

Schlüsse von Knochenbälkchen auf Werkzeugverhalten fossiler Homininen

Die Max-Planck-Gesellschaft gab am 22. Januar 2015 in einer Pressemitteilung bekannt, dass Forscher um Matthew SKINNER und Tracy KIVELL vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie und der Universität Kent herausgefunden haben, dass frühe menschliche Vorfahren ihre Hände bereits wie moderne Menschen nutzten.¹ In weiteren populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen wurde diese Fähigkeit al-

Abb. 1 Daumenmittelhandknochen mit Darstellung der trabekulären Knochenstruktur (sagittaler Mittellinienquerschnitt) von Mensch, Schimpanse und frühen Homininen. (<http://www.mpg.de/8876204/australopithecus-africanus-handB>)



lerdings nicht wie in der ursprünglichen Pressemitteilung vom Max-Planck-Institut frühen menschlichen Vorfahren aus dem Tierreich, sondern Urmenschen zugeschrieben.² Zu den „frühen menschlichen Vorfahren“ gehören im Evolutionsmodell die Australopithecinen, die auch als „Vormenschen“ bezeichnet werden. Zu den „Urmenschen“ rechnet man dagegen echte Menschen (z.B. *Homo erectus*), zumindest aber nur Formen, die zur Gattung *Homo* gestellt werden. Manchmal ist die Zuordnung zu *Homo* auch unberechtigt wie bei „*Homo*“ *habilis* und „*Homo*“ *rudolfensis*.

Nach SKINNER et al. (2015a) war *Australopithecus africanus* wie der moderne Mensch zu kraftvollen Präzisionsgriffen fähig und konnte deshalb wie dieser Werkzeuge benutzen. Die Australopithecinen werden im Evolutionsmodell als „Vormenschen“ oder „Affenmenschen“ gedeutet. Im Schöpfungsmodell repräsentieren sie dagegen ausgestorbene Großaffen ohne historisch-verwandtschaftliche Beziehungen zum Menschen. Menschliche Fähigkeiten im Umgang mit Werkzeugen hatte man bisher nur der Gattung *Homo*, nicht aber den Australopithecinen zugetraut. Wie kam die Forschergruppe um SKINNER und KIVELL zu ihren aufsehenerregenden Schlussfolgerungen?

Üblicherweise versuchen Paläanthropologen von äußeren Merkmalen der Knochen wie z.B. Robustizität, Gelenkflächenmorphologie oder Struktur von Muskelansätzen auf die Funktion der Hand fossiler Homininen zu schließen. SKINNER, KIVELL und Kollegen wählten jedoch eine neue Untersuchungstechnik. Sie analysierten die innere bälkchenartige Gewebestruktur der Knochen, die sogenannten Trabekel (Abb. 1). Die Knochenbälkchen sind im Verlauf der Belastungslinien (Trajektorien) angeordnet. An Stellen mit erhöhter Belastung finden sich entsprechend

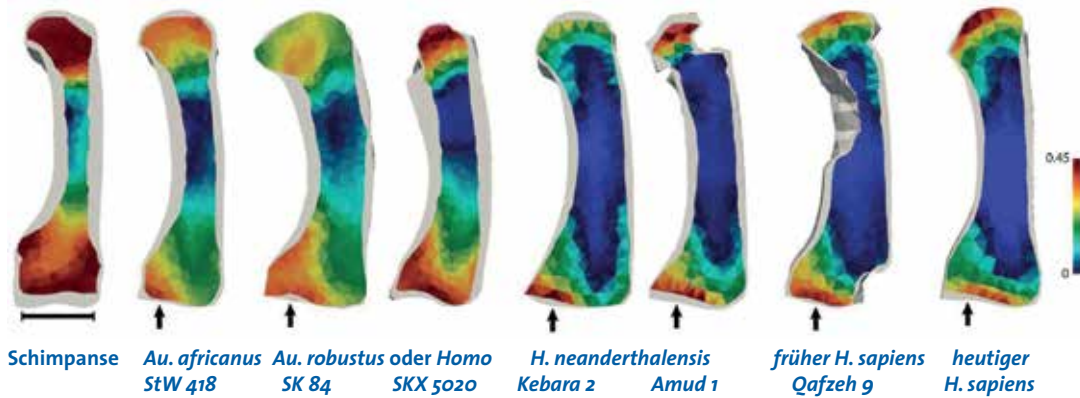


Abb. 2 Die Verteilung der trabekulären Knochendichte im Daumenmittelhandknochen des Schimpansen, früher Homininen, des Neandertalers und des *Homo sapiens*. *Au. Australopithecus*, *H. Homo*. Aus SKINNER et al. (2015a); Abdruck mit freundlicher Genehmigung.

dicht vernetzte Trabekel. Die Knochen trabekel unterliegen einem ständigen Umbau.

Unter den Handknochen der frühen Homininen interessierten sich die Forscher um SKINNER und KIVELL für die Mittelhandknochen. Dabei untersuchten sie zunächst die Verhältnisse beim Schimpanse und Menschen. Es wurde die Verteilung des trabekulären Knochens im Kopf und in der Basis des Daumenmittelhandknochens sowie im Kopf des Mittel- und Kleinfingermittelhandknochens untersucht. Die Ergebnisse wurden mit vermuteten Spitzenbelastungen dieser Knochen bei der Fortbewegung und dem manipulativen Verhalten des Schimpansen und beim Umgang mit Werkzeugen des Menschen korreliert. SKINNER et al. (2015a) konnten drei Unterschiede zwischen Mensch und Schimpanse aufzeigen:

1. Der Schimpanse weist einen hohen trabekulären Knochenvolumenanteil in den Mittelhandknochen auf. Beim Menschen ist dieser Anteil in den Mittelhandknochen dagegen gering.

2. Der Daumenmittelhandknochen vom Schimpanse verfügt über die höchste trabekuläre Knochendichte im Kopf distodorsal und in der Basis mit homogener Verteilung. Beim Menschen zeigt sich dagegen die höchste trabekuläre Knochendichte im Kopf distopalmar und in der Basis palmar.

3. Im Kopf des dritten und fünften Mittelhandknochens tritt die höchste trabekuläre Dichte beim Schimpanse und Gorilla distodorsal, beim Orang-Utan, den Gibbons und beim modernen *Homo sapiens* dagegen distopalmar auf. Dagegen findet sich nur beim modernen *Homo sapiens* die höchste Trabekelkonzentration asymmetrisch medial im Kopf lokalisiert. Bei allen untersuchten Menschenaffen ist diese Dichteasymmetrie nicht nachweisbar.

SKINNER et al. (2015a) untersuchten die trabekuläre Knochendichte auch bei *Australopithecinen* und fossilen Menschen.

Die Neandertaler Kebara 2 und Amud 1 und der frühmoderne *Homo sapiens* Qafzeh 9 weisen erwartungsgemäß eine ähnliche Lokalisation der höchsten trabekulären Knochendichte im

Daumen-, Mittelfinger- und Kleinfingermittelhandknochen wie der rezente *Homo sapiens* auf (Abb. 2). Beide fossile Menschentypen verfügen aber eher unerwartet über einen höheren trabekulären Knochenvolumenanteil als der moderne *Homo sapiens*. Dieser ist aber nicht so hoch wie beim Schimpanse.

Die Ergebnisse der frühen Homininen StW 418 (*Au. africanus*, 3–2 Millionen radiometrische Jahre), SK 84 und SKX 5020 (*Au. robustus?* *Homo?* 1,9–1,8 Millionen radiometrische Jahre) sind natürlich noch interessanter als die vom Neandertaler und modernen *Homo sapiens*.

Nach SKINNER et al. (2015a) weist der Daumenmittelhandknochen von *Australopithecus africanus* und SK 84 in der Basis die höchste trabekuläre Knochendichte menschenähnlich palmarseitig auf. SKX 5020 zeigt dagegen eine schimpansenähnlich homogen verteilte hohe trabekuläre Knochendichte in diesem Bereich (Abb. 2). Weiterhin stellten die Autoren bei *Australopithecus africanus* im Kopf des zweiten und dritten Mittelhandknochens sowie in geringerem Maß des vierten Mittelhandknochens ähnlich wie beim Menschen die höchste Konzentration des trabekulären Knochens distopalmar und asymmetrisch medial fest.

Die meisten untersuchten Mittelhandknochen der frühen Homininen weisen nach SKINNER et al. (2015a) zwar eine menschenähnliche trabekuläre Knochendichteverteilung auf, der Anteil des trabekulären Knochens am Gesamtvolumen des Knochens ist jedoch wie beim Schimpanse sehr hoch.

SKINNER et al. (2015a) schließen von der menschenähnlich trabekulären Knochendichteverteilung der Mittelhandknochen auf die Fähigkeit von *Australopithecus africanus* und SK 84 (*Au. robustus?* *Homo?*) Werkzeuge zu nutzen. Allerdings weist nach SKINNER et al. (2015a) der insgesamt hohe trabekuläre Knochenvolumenanteil der Mittelhandknochen auch auf die Nutzung der Hände bei der Fortbewegung der beiden frühen Homininen hin.

Sind die weitreichenden Schlüsse von SKINNER et al. (2015a) auf die Handfunktion der

frühen Homininen auf der Basis der trabekulären Knochendichte der Mittelhandknochen gut begründet?

Kritische Anfragen

Es drängen sich einige kritische Anfragen und Anmerkungen zu der Arbeit von SKINNER et al. (2015a) auf. Sie betreffen zum einen die vorgelegten Daten und die daraus gezogenen Schlüsse und zum anderen die grundsätzliche Möglichkeit, allein von Handknochen auf die Funktion der Hand bei unbekannten ausgestorbenen Lebewesen zu schließen.

Zu den wichtigen Daten, auf denen die Vermutung der menschenähnlichen Handfunktion bei den frühen Homininen *Australopithecus africanus* und SK 84 (*Au. robustus?* *Homo?*) von SKINNER et al. (2015a) basiert, gehört die Verteilung des trabekulären Knochens in der Basis des Daumenmittelhandknochens und in den Köpfen der Daumen-, Mittel- und Kleinfingermittelhandknochen.

Zu wenig Vergleichsmaterial

SKINNER et al. (2015a) ziehen als rezentes Vergleichsmaterial zum Daumenmittelhandknochen der frühen Homininen nur den Schimpansen, Neandertaler und modernen *Homo sapiens* heran (Abb. 2). Im Rahmen dieses Vergleiches ist die

größere Ähnlichkeit der frühen Homininen mit dem Menschen als mit dem Schimpansen keine Überraschung und wurde schon oft bei anderen Knochenmerkmalen demonstriert. Zieht man jedoch weitere nichtmenschliche Primatentaxa als Vergleichsmaterial heran, kann sich das Bild ändern. Das zeigen beispielhaft Untersuchungen der Mittelfußgelenke (BRANDT 2014).

Gleiche Strukturen bzw. Merkmale können in verschiedenen funktionellen Zusammenhängen wirken.

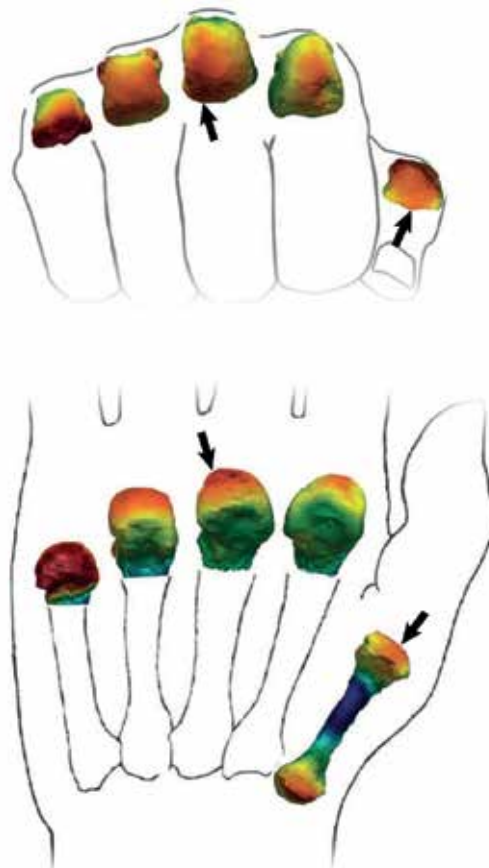
Australopithecus afarensis besitzt menschenähnlichere Mittelfußzehengelenke als die afrikanischen Großaffen im Durchschnitt. Diese Verhältnisse wurden als ein Hinweis auf eine gewohnheitsmäßige zweibeinige (bipede) Fortbewegung bei *Australopithecus afarensis* gedeutet. Weitere Untersuchungen zeigten jedoch, dass unter den nichtmenschlichen Primaten semiterrestrische (teilweise am Boden und teilweise in Bäumen lebende) meerkatzenartige Tieraffen (Cercopithecoidea) die menschenähnlichsten Metatarsophalangealgelenke besitzen. Dieses Beispiel zeigt, dass gleiche Strukturen bzw. Merkmale in verschiedenen funktionellen Zusammenhängen wirken können. Der Daumenmittelhandknochen der frühen Homininen darf also nicht nur mit dem des Schimpansen und spätpleistozäner Menschen verglichen werden, sondern es müssen viele weitere rezente und auch fossile nichtmenschliche Primatentaxa in die Untersuchung einbezogen sein. Denn möglicherweise besitzen nicht nur frühe Hominine, sondern auch nichtmenschliche Primaten eine mehr menschenähnliche Trabekelstruktur.

Bild und Text widersprüchlich in SKINNER et al. (2015a)

Eine weitere Kritik betrifft die farbcodierte Darstellung der trabekulären Knochenstrukturdichte der Mittelhandknochen und ihre Interpretation durch SKINNER et al. (2015a).

Die Autoren schreiben, dass die höchste trabekuläre Knochendichte in der Basis des Daumenmittelhandknochens bei *Australopithecus africanus* und SK 84 (*Au. robustus?* *Homo?*) menschenähnlich palmar lokalisiert sei. Die farbcodierte Darstellung in Fig. 3 der Arbeit zeigt jedoch Unterschiede zwischen den frühen Homininen und den fossilen und modernen Menschen. Bei *Australopithecus africanus* und SK 84 stellt sich visuell farbcodierte die höchste trabekuläre Dichte stärker palmar lokalisiert als beim Menschen dar, deren höchste Dichte mehr palmarproximal lokalisiert ist (Abb. 2).

Abb. 3 Die Verteilung der trabekulären Knochendichte im Mittelhandknochen von *Australopithecus africanus* (StW 418). Von den Fingermittelhandknochen ist nur im Kopf des dritten Strahles die höchste Trabekeldichte asymmetrisch medial lokalisiert (mit Pfeil markiert). (Aus SKINNER et al. 2015a, gering geändert; Abdruck mit freundlicher Genehmigung)



Weiterhin schreiben SKINNER et al. (2015a), dass im Kopf des zweiten und dritten, geringer auch des vierten Mittelhandknochen von *Australopithecus africanus* ähnlich wie beim Menschen die höchste trabekuläre Dichte asymmetrisch medial (ulnar) lokalisiert ist. Bei allen Menschenaffen tritt diese Asymmetrie nicht auf. In Fig. 4 der Arbeit von SKINNER et al. (2015a) weist aber – mit einem Pfeil durch SKINNER et al. (2015a) markiert (Abb. 3) – nur der Kopf des dritten Mittelhandknochens die höchste trabekuläre Knochendichte asymmetrisch medial (ulnar) auf. Im Kopf des zweiten und vierten Mittelhandknochens ist die höchste Dichte visuell farbcodiert und ohne Pfeil versehen nicht asymmetrisch medial gelegen. Bild und Text von SKINNER et al. (2015a) stimmen in der Aussage offensichtlich nicht überein. Allerdings betrachten die Autoren in ihrer Arbeit nur die relative trabekuläre Knochendichte des ersten, dritten und fünften Mittelhandknochens als relevant für ihre funktionellen Interpretationen. Warum haben aber SKINNER et al. (2015a) nicht auch eine Untersuchung der relativen Knochenbälkchendichte des Köpfchens des zweiten und vierten Mittelhandknochens von Menschen und nichtmenschlichen Primaten zur Überprüfung ihrer theoretischen Erwartungen durchgeführt? So können SKINNER et al. (2015a) zwar die geringere absolute Knochenbälkchendichte des Köpfchens des dritten und fünften Mittelhandknochens des Menschen gegenüber den afrikanischen Großaffen funktionell mit der fehlenden Belastung der Hand bei der Fortbewegung erklären, nicht aber die Befunde der asiatischen Menschenaffen. Denn nach SKINNER et al. (2015a) weist der Orang-Utan im Kopf des fünften Mittelhandknochens eine höhere, im Kopf des dritten Mittelhandknochens jedoch eine ähnlich niedrige Knochenbälkchendichte wie der Mensch (und die Gibbons *Hylobates* und *Symphalangus*) auf. Es reicht nicht aus, nur einzelne Ergebnisse schlüssig interpretieren zu können.

Pan-ähnliche Trabekelstruktur bei Schimpansen-unähnlichem Homininen

Am aufschlussreichsten für die Thematik ist die trabekuläre Knochendichteverteilung in der Basis des Daumenmittelhandknochens von SKX 5020, wobei es keine Rolle spielt, ob der Knochen zu *Australopithecus robustus* oder zu *Homo* gehört. SKX 5020 zeigt überraschenderweise in der Basis eine schimpansenähnlich homogene hohe trabekuläre Knochendichte. Nach dem Ansatz von SKINNER et al. (2015a) müsste dieser Befund auf ein schimpansenähnliches Fortbewegungs-/ Manipulationsverhalten hinweisen.

SKINNER et al. (2015a) ziehen berechtigterweise nicht diesen Schluss, denn die verfügbaren Überreste des Körperstamm- und Extremitätenskeletts von *Australopithecus robustus* und frühem *Homo* (einschließlich „*Homo*“ *habilis*) weisen übereinstimmend auf eine Fortbewegung hin, die der des Schimpansen unähnlich war. Das Fortbewegungsrepertoire früher Homininen dürfte sich von dem aller heute lebenden nichtmenschlichen Primaten unterscheiden haben. Wie sich diese fossilen Lebewesen genau fortbewegten und über welches Manipulationsrepertoire sie verfügten, wird man möglicherweise niemals exakt bestimmen können, denn für das knöcherne Merkmalsmosaik der frühen Homininen existiert keine rezente Analogie, und Schlüsse allein von Knochen ohne genauere Kenntnisse der Weichteilstrukturen und des Nervensystems sind nur sehr eingeschränkt möglich (siehe BRANDT 2014). Beispielsweise sind nach TOCHERI et al. (2008) anhand der Knochenüberreste fossiler Homininen von wichtigen Muskeln der Hand wie dem M. dorsalis interosseus 1, M. palmaris interosseus 1, M. abductor pollicis longus, M. adductor pollicis, M. flexor pollicis brevis, M. flexor pollicis longus, M. opponens pollicis und der Unterarmbeuger- und -strecker muskelmasse nur der M. dorsalis interosseus 1³ beurteilbar.

Gründe dafür sind eine ungenügende Identifizierbarkeit der Muskelansatzgebiete, eine fehlende oder nicht bekannte Korrelation zwischen dem Ausprägungsgrad der Muskeln und ihrer Ansatzgebiete und eine einmalige Handwurzelgeometrie der frühen Homininen.

Der spezifische Anteil der einzelnen Faktoren, die auf die Trabekelstruktur wirken, ist nicht genau bestimmbar.

Neben Belastungen, die durch die Fortbewegung⁴ und das Manipulationsverhalten auftreten, welche bei den frühen Homininen im Detail nicht bekannt sind, beeinflussen wahrscheinlich weitere Faktoren die trabekuläre Knochenstruktur der Hand. Nach SKINNER et al. (2015a) könnte der insgesamt höhere trabekuläre Knochenanteil der Mittelhandknochen der Neandertaler und des frühmodernen *Homo sapiens* gegenüber dem rezenten *Homo sapiens* ein systemisches Muster des gesamten Skeletts widerspiegeln.

Die Trabekeldichteverteilung wird von mehreren Faktoren beeinflusst. Die Pan-ähnliche Verteilung in der Basis des frühhomininen Daumenmittelhandknochens SKX 5020 zeigt, dass der spezifische Anteil der einzelnen Faktoren, die auf die Trabekeldichte wirken, nicht genau bestimmbar ist.

Unbekannter Variationsbereich früher Homininen

Ein weiteres Problem ist die fehlende Kenntnis des Variationsbereiches der frühen Homininen. Falls SK 84 und SKX 5020 zu einem Taxon gehören, was aber sehr unsicher ist, würde allein dieser Umstand wegen der großen Variation der trabekulären Knochendichteverteilung keine detaillierten funktionellen Rückschlüsse ermöglichen.

Fazit

Die *Pan*-ähnliche Trabekeldichte in der Basis des von einem dem Schimpansen unähnlichen Tieres stammenden Daumenmittelhandknochens SKX 5020 zeigt, dass von der Trabekelstruktur nicht auf die einzelnen spezifischen Belastungskomponenten der Hand wie z.B. manipulatives Verhalten geschlossen werden kann.

Der Versuch von nur einem Knochenmerkmal auf die Funktion der ganzen Hand bei Homininen zu schließen, deren Merkmalskomplex bei heute lebenden Primaten nicht mehr zu beobachten ist, grenzt an Hybris.

Über die bisher dargelegten speziellen Anfragen an die Studie von SKINNER et al. (2015a) hinausgehend gibt es noch einen grundsätzlichen Einwand: Der Versuch von SKINNER et al. (2015a), von nur einem Knochenmerkmal ohne Kenntnis der Nerven- und Weichteilstrukturen auf die Griffmöglichkeiten der ganzen Hand bei Tieren zu schließen, deren Merkmalskomplexe bei heute lebenden Primaten nicht mehr zu beobachten ist, grenzt an Hybris.

Werkzeugverhalten früher Homininen von Knochenbälkchen nicht ableitbar

Die frühen Homininen *Australopithecus africanus* und SK 84 (*Au. robustus*? *Homo*?) werden im Evolutionsmodell als „Vormenschen“ oder „Affenmenschen“ gedeutet. Im Schöpfungsmodell repräsentieren dagegen alle nicht zum echten Menschen gehörenden frühen Homininen wie die *Australopithecinen* ausgestorbene Großaffen.

SKINNER et al. (2015a) schließen von der trabekulären Knochendichteverteilung der Mittelhandknochen bei *Australopithecus africanus* und SK 84 auf eine menschenähnliche Nutzung

von Werkzeugen durch diese frühen Homininen. Gegen diese Studie gibt es begründete Einwände. Deshalb ist die Schlussfolgerung von SKINNER et al. (2015a) nicht gut fundiert.

Anmerkungen

- ¹ *Australopithecus africanus* – kräftige Hände zum präzisen Zupacken. <http://www.mpg.de/8876204/australopithecus-africanus-han> (Zugriff am 27. 1. 2015)
- ² https://science.apa.at/rubrik/natur_und_technik/Mittelhandknochen_verraten_fruehen_Werkzeuggebrauch_von_Urmenschen/SCI_20150122_SCI39391351422065138 (Zugriff am 24. 1. 2015)
- ³ Für den M. interosseus dorsalis 1 liegen aber nur biomechanische Überlegungen auf der Basis der Knochenansatzmorphologie und keine empirischen Untersuchungsergebnisse an lebenden Individuen vor.
- ⁴ ALMÉCJA et al. (2015) stellen in einer Entgegnung auf SKINNER et al. (2015a) fest, dass ein Zusammenhang zwischen der Trabekelstruktur und der Belastung der Knochen bei der Fortbewegung bisher nicht nachgewiesen werden konnte. Dies wäre aber zu erwarten, wenn schon ein Zusammenhang zwischen der Trabekelstruktur und den bei Handmanipulationen auftretenden viel schwächeren Kräften besteht. SKINNER et al. (2015b) verweisen in einer Antwort auf eine unterschiedlich angewendete Methodik der Trabekelstrukturbestimmung. Dieser Einwand überzeugt jedoch nicht. Es ist eine Tatsache, dass auf die Vorderextremitäten der nichtmenschlichen Primaten wie *Australopithecus africanus* Kräfte wirken, die zum Teil stärker sind als die, welche bei Handmanipulationen auftreten. SKINNER et al. (2015a) haben nicht gezeigt, wie sie mit ihrer Methode diese auf die Trabekelstruktur wirkenden Kräfte ausgeschlossen haben. Und falls tatsächlich ein direkter Zusammenhang zwischen der Trabekelstruktur und der Handmanipulation besteht, dann sollte es gelingen, einen solchen Zusammenhang auch mit der Fortbewegung nachzuweisen. Dies ist bisher aber nicht geschehen.

Literatur

- ALMÉCJA S, WALLACE IJ, JUDEX S, ALBA DM & MOYÀ-SOLÀ S (2015) Comment on “human like hand use in *Australopithecus africanus*”. *Science* 348, 1101-a.
- BRANDT M (2014) Wie sicher sind Deutungen in der Paläanthropologie. *Australopithecus sediba* und sein merkwürdiges Merkmalsmosaik. W+W Special Paper B-14-3. <http://www.wort-und-wissen.de/artikel/sp/b-14-3-sediba.pdf>. (Zugriff: 10. 9. 2015)
- SKINNER MM, STEPHENS NB, TSEGAI ZJ, FOOTE AC, NGUYEN HN, GROSS T, PAHR DH, HUBLIN J-J & KIVELL TL (2015a) Human-like hand use in *Australopithecus africanus*. *Science* 347, 395-399.
- SKINNER MW, STEPHENS NB, TSEGAI ZJ, FOOTE AC, NGUYEN NH, GROSS T, PAHR DH, HUBLIN J-J & KIVELL TL (2015b) Response to comment on “human-like hand use in *Australopithecus africanus*”. *Science* 348, 1101-b.
- TOCHERI MW, C. M. ORR CM, JACOFKY MC & MARZKE MW (2008) The evolutionary history of the hominin hand since the last common ancestor of *Pan* and *Homo*. *J. Anat.* 212, 544-562.