

## Gibt es mikroevolutive Veränderungen im Bau der Hand seit dem Auftreten des anatomisch modernen Menschen? +

**Are there micro-volutionary changes in the structure of the human hand since the emergence of anatomically modern man?**

**Hans Grimm\***

### **Abstract**

Contrary to the relatively extensive and impressive research on the development of form and structure of the brain (respectively endocasts) from *Homo sapiens neanderthalensis* through the first representatives of anatomically modern man (*Homo sapiens sapiens*) to recent mankind, research on the hand seems to be neglected. There is a wide gap between the results of morphometric studies on hand-bones of Neandertals and our knowledge of the hand of recent living man, which is very extensively fixed in anatomical text-books and numerous anthropological papers. The intended critical review asks for facts and possibilities which can be used to fill this gap.

**Key words:** Human hand, diachronic changes, extra-organismic selection, hand-implement relations, impact of traumatism

Jeder Versuch, nach heutigen Erkenntnissen die von F. Engels im vorigen Jahrhundert angenommenen anthropogenetisch wirksamen Wechselbeziehungen zwischen Arbeit, Hand und Hirn an konkretem Material näher zu analysieren, stößt bisher auf ein recht unterschiedliches Volumen von Wissensgrundlagen:

1. Die von Hominiden ausgeübte Arbeit wird durch eine fast unübersehbar große Menge und Vielfalt materieller Hinterlassenschaften dokumentiert. Als besonderer methodischer Fortschritt kann die quantitative Analyse von Werkzeugen in dimensionaler und diachronischer Hinsicht sowie der Nachweis von Gebrauchsspuren gewertet werden.

2. Die stammesgeschichtliche Entwicklung des Hirns ist, von vergleichend-anatomischen

Ausführungen und von oft nur wiederholenden Betrachtungen über Schädelhöhlenvolumina abgesehen, an Endokranialabformungen in recht bescheiden Anzahl studiert worden. Oft genug muß in den zusammenfassenden Monographien von Edinger (1975), Kochetkova (1978) und Saban (1984) die Frage offen bleiben, ob Unterschiede zwischen verschiedenen datierten Hominidengehirnen (bzw. der Oberflächenstruktur der Abformungen in bezug auf Fissurenmuster, Verlauf der Meningalgefäß usw.) einen phylogenetischen Wandel ausdrücken oder nur individuelle Varianten darstellen (Grimm 1979). Auch die Untersuchung der rezenten Variabilität von Endokranialabformungen in ganzen Serien einheitlicher Herkunft und Datierung ist erst begonnen worden, z. B. von Kirmse (1967).

+ Paper presented at the 1988 Wittenberg Conference.

\* Prof. (emer) Dr.med.habil. Dr.rer.nat. Hans Grimm, Universitätsklinikum Charité, Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Anthropologie, Schumannstraße 20/21, D-10117 Berlin, Germany.

3. Während nun die Hand am Lebenden in ihrer Differenzierung nach Geschlecht und Lebensalter, in Berufs- und Sportarten sehr ausführlich untersucht wurde, liegen über das Handskelett aus ur- und frühgeschichtlicher Zeit nur wenig Angaben vor.

Wo überhaupt Teile der Hand der fossilen Hominiden aufgefunden wurden, gilt - unter Hinweis auf die bisher bestehende Materiallücke im *Homo erectus*-Stadium - das Interesse vorzugsweise den Veränderungen in der Reihe subhumane Primaten - Australopithecinen (evtl. Habilinen) - Neandertaler - anatomisch moderner Mensch (z. B. bei Danilova 1979). Als dessen Vertreter werden meist Reste aus den cromagnoiden Fundgruppen herangezogen, Objekte also, die ihrerseits rund 40.000 Jahre alt sind.

Dieser Ausgangspunkt der "modernen" Entwicklung ist gut dokumentiert: Musgrave (1973) stellt den mit Ausnahme der Endphalangen relativ kurzen Fingergliedern der Neandertaler die langen Phalangen der Jungpaläolithiker gegenüber, den breiten Basisteilen und Distalteilen beim *Homo sapiens neanderthalensis* die schmalen Basis- und Kopfteile des Jungpaläolithikers. Allerdings sind bei weitem nicht alle verfügbaren Handknochen aus dem Jungpaläolithikum näher untersucht. Beispielsweise findet man in einer Arbeit über jungpaläolithische, evtl. auch mesolithische Skelette aus der Hotu-Höhle im Iran zwei volle Druckseiten mit Maßangaben über Schädel und postkraniale Teile angefüllt, nur nicht über die Handknochen, obwohl sie nach den Abbildungen in seltener Vollständigkeit vorhanden sind (Angel 1952, 258).

Obwohl vom Epipaläolithikum an Skeletreste zahlreicher zur Untersuchung vorliegen, ist nach einer weiteren mikroevolutionären bzw. intraspezifischen Entwicklung der Hand in den letzten 1.200 bis 1.600 Generationen kaum gefragt worden. Mit einer gewissen Selbstverständlichkeit scheint man davon auszugehen, daß die Hände der Jungpaläolithiker und die Darstellung der Hand in heutigen anatomischen Atlanten deckungsgleiche Bilder liefern. Hier spielt unterschwellig wohl eine Rolle, daß wie zur Zeit von Klaatsch, der 1916 verstarb, im Sinne der sog. Cheirotherien-Hypothese der fünfstrahlige Bau der Hand noch immer als Primitivcharakter aufgefaßt werden kann, den *Homo sapiens* als "Sammeltypus" mit dem progressiven Hirn vereine<sup>1</sup>. Doch hat schon Wiedersheim Ende des vorigen Jahrhunderts von "progressiven Variationen" an der menschlichen Hand

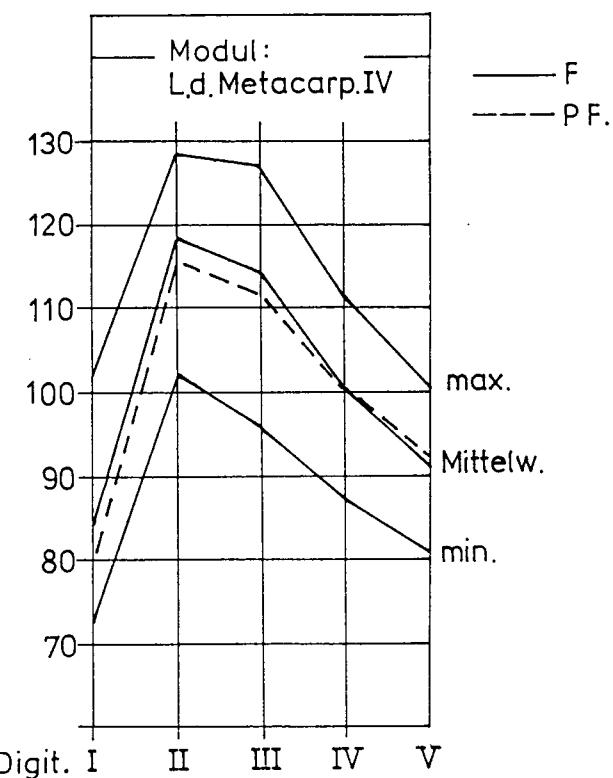


Abb. 1. Variationsbreite und Mittelwerte der Länge von rezenten Mittelhandknochen in relativen Einheiten nach Umrechnung der Maßangaben von Fick (1926; ausgezogene Linie). Gestrichelt: entsprechende Mittelwerte (Männer, nach Pfitzner 1900).

gesprochen. Über solche Varianten, die in neuerer Zeit vor allem in den Arbeiten von Kadanoff (1968) und seinen Mitarbeitern nach der Präparation von über 1.500 Extremitäten bekanntgemacht wurden,<sup>2</sup> können am Knochen nur noch Indizien für Muskeln und Sehnen Auskunft geben. Der ebenso variable Verlauf von Nerven und Gefäßen ist nicht kontrollierbar. Unter den Kategorien Größe, Form und Oberflächenstruktur wäre die letztgenannte wohl die aussichtsreichste. Jedoch ist der Lokalisation und den indirekt erschließbaren Dimensionen von Handmuskeln, speziell des m. flexor pollicis brevis und des m. opponens pollicis wohl nur von Vlček (1975) in seiner Studie über das Metacarpale I bei Neandertaltern besondere Aufmerksamkeit zuteil geworden.<sup>3</sup> Es bleibt meist bei der mit einfachen Mitteln ausführbaren Osteometrie, obwohl durch aufwendigere Verfahren, wie z. B. das Planimetrieren von durch sog. Moiré-Fotographie gewonnenen Sehnenursprungs- und Ansatzflächen usw. wertvolle Ergänzungen gewonnen werden könnten.

H. Grimm  
Gibt es mikroevolutive Veränderungen im Bau der Hand?

Ein näheres metrisches Studium des rezenten Handskeletts ist über 100 Jahre alt, da Pfitzner seine Tabellen 1892 veröffentlichte. Es ist kennzeichnend, daß ein modernes Lehrbuch der Anthropologie (Martin & Saller 1959) auf diese Angaben zurückgreift<sup>4</sup> und ihnen nur wenige neuere Untersuchungen aus nicht-europäischen Populationen anfügen kann.

Diese rezenten Werte liefern einen Maßstab für die Feststellungen an ur- und frühgeschichtlichen Handknochen.

Da Dimensionen der Hand mit der Körpergröße so deutlich korrelieren, daß sogar der Versuch gemacht wird, auf die Körperhöhe mit einer Schätzformel aus der Länge eines Metacarpale zu ermitteln (Musgrave & Harneja 1978), sind Vergleiche der absoluten Knochenmaße aus verschiedenen Zeitabschnitten nicht zweckmäßig. Man kann aber irgendeinen Meßwert aus den Tabellen von Pfitzner (1900) oder Fick (1926, 417) als Modul wählen (Abb. 1) und den gleichen Modul aus dem archäologischen Fundgut entnehmen. Die umgerechneten Maße sind dann direkt vergleichbar. Welcher Abschnitt des Handstrahls benutzt wird, hängt ganz vom Material ab, da manchmal nur Metacarpalia, manchmal nur basale und/oder mediale Phalangen erhalten sein können. Nach Möglichkeit wird man den vierten Strahl benutzen, der in der vergleichenden Anatomie als

"Hauptstrahl" gilt (Portmann 1948).

So würde sich z. B. aus fünf von Vallois & Billy (1965) neu mitgeteilten Längenmaßen von Handknochen aus dem Abri von Crô-Magnon ergeben, daß an der Crô-Magnon-Hand die Metacarpalia II und III kürzer, die Grundphalangen I und II aber deutlich relativ länger sind als am rezenten Material (Tabelle 1). Für die gegenwärtige Verkürzung an der Grundphalanx des Daumens ergäben sich rund 28 relative Einheiten (Länge der Grundphalanx III = 100 gesetzt), am Zeigefinger 16 relative Einheiten. Bei der geringen Anzahl soll das natürlich nur als Rechenbeispiel gewertet werden.

Daß bestimmte Abschnitte des Handstrahls bei den Jungpaläolithikern etwas länger gewesen sein könnten, deutet sich auch in Epigravettien-Funden aus Romanelli (Fabbri 1987) an. Hier ist es die Grundphalanx am zweiten und besonders am dritten Strahl (Abb. 2).

Mit Ausnahme des fünften Strahls sind die Mittelhandknochen aus dem Iberomaurusien von Taforalt (Ferembach 1968) in geringem Maße relativ länger als in der Gegenwart bei den Strahlen I bis III. Die Abweichungen betragen zwar maximal nur 4,7 relative Einheiten, aber hier kann sich die Umrechnung der Mittelwerte immerhin auf jeweils etwa 20-30 von Ferembach mitgeteilte Einzelmaße beziehen.

Bleibt man bei dem Modul aus dem mittleren Strahl, so scheinen z.B. bei den relativen Maßen von Crô-Magnon kaum Unterschiede gegenüber neuzeitlichen Werten zu bestehen (Tab. 1). Jedoch trifft man in der aus dem Epipaläolithikum stammenden, 157 Individualmaße liefernden Serie von Taforalt (Ferembach) eine relative Kürze der Grundphalanx bis zu -21 Einheiten (Männer) bzw. -16,5 Einheiten (Frauen) an, andererseits sind bei männlichen Individuen auch Längen bis zu +11 Einheiten vertreten (Tab. 2). Bei als mesolithisch aufgefaßten Rotsandgräbern von Groß Fredenwalde erweisen sich nach Messungen von Blume (im Druck) Daumen und Zeigefinger als relativ länger, und zwar in relativen Einheiten bis zu +9,1 am zweiten Strahl.

Die Tendenz zu relativ längeren Teilabschnitten des Handskeletts tritt auch noch im Frühneolithikum auf, z. B. bei dem Skelett von Groß-Tinz (Reche & Nestler 1933).

Ein empfindlicher Materialverlust muß in den nun folgenden frühen Metallzeiten mit dem Brauch der Leichnamverbrennung nicht entstehen, da sich zumindest Phalangen im Brand gut

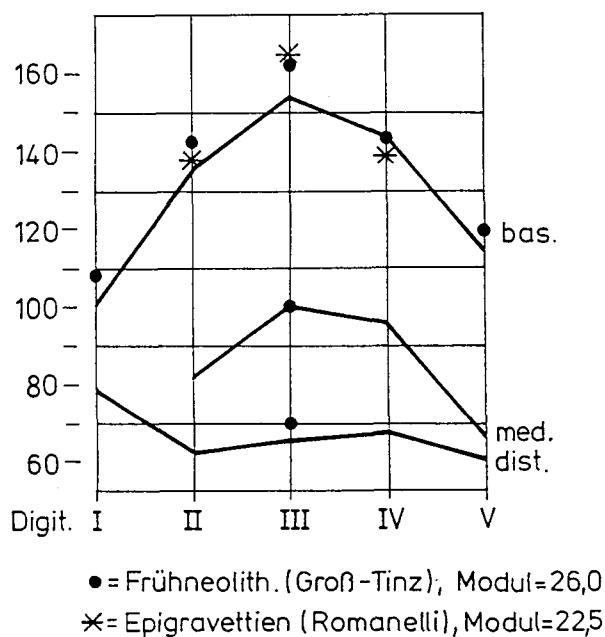


Abb. 2. Fingerknochenmaße aus dem Epigravettien und dem Frühneolithikum in relativen Einheiten im Vergleich mit rezenten Werten (Männer, nach Pfitzner 1900).

erhalten.<sup>5</sup> An den leider meist deformierten und gesprengten Metacarpalia lassen sich manchmal wenigstens noch Breitenmaße abnehmen (Blume 1988).

Die Wahl des geeigneten Moduls aus den Dimensionen der Brandknochen selbst umgeht auch den Einfluß einer Hitzeschrumpfung. Es läßt sich daher auch ein Beispiel aus einem Urnengräberfeld der späten Bronze- und frühen Eisenzeit bringen (Abb. 3), aus dem Blume eine kleine Anzahl intakter Fingerknochen messen konnte.<sup>6</sup>

Tabelle 1. Längenmaße von Handknochen aus dem Abri Crô-Magnon (Vallois & Billy 1965) im Vergleich zum rezenten Menschen (Männer nach Pfitzner 1900).

Maße	Finger		
	I	II	III
Länge des Metacarpale (mm)	-	66,4	63,2
Länge in relativen Einheiten (Modul Mtk. III)	-	105,1	100,0
Länge der basalen Phalanx (mm)	41,0	45,4	43,0
Länge in relativen Einheiten	54,8	71,8	68,0
Länge in relativen Einheiten beim rezenten Menschen			
Metacarpale	70,9	104,3	100,0
basale Phalanx	46,8	61,8	69,1

Wenn man mit Schultz (1968) die morphologische Eigenart der menschlichen Hand gegenüber subhumanen Primaten in der "Kürze der Finger II bis V" sieht, so konnte sich in den bisher verfügbaren Beispielen eine weitere Verkürzung von Handskelettab schnitten beim rezenten Menschen gegenüber jungpaläolithischen Populationen als mikroevolutionärer Trend andeuten.

Es liegt nahe, Betrachtungen über die Breitenmaße bzw. Schlankheits-Indizes einzubeziehen. Leider werden sie auch in denjenigen Publikationen, denen man Längenmaße entnehmen kann, nicht mitgeteilt. Eine Ausnahme bildet anscheinend nur Patte (1975) mit entsprechenden Angaben über das neolithische Feigneux und das chalcolithisch-bronzezeitliche Bellefonds.

Die Schwächen dieses bisher möglichen Überblicks liegen in der Heterogenität des Materials in bezug auf die Fundorte und in der geringen Möglichkeit, einen Sexualdimorphismus und Rechts-Links-Unterschiede zu berücksichtigen. Auch werden in den Veröffentlichungen unterschiedliche Meßvorschriften benutzt, die geringe Differenzierungen bei den Maßen liefern. Sobald nur "Länge" oder "Breite" angegeben wird, bleibt die Frage, ob Länge zwischen Gelenkflächen, maximale Länge usw. gemeint ist. Eine methodische Studie zu diesem Gesichtspunkt steht noch aus. Die Schwankungsbreite im zeitlichen Verlauf kann enorm sein (Tab. 3).

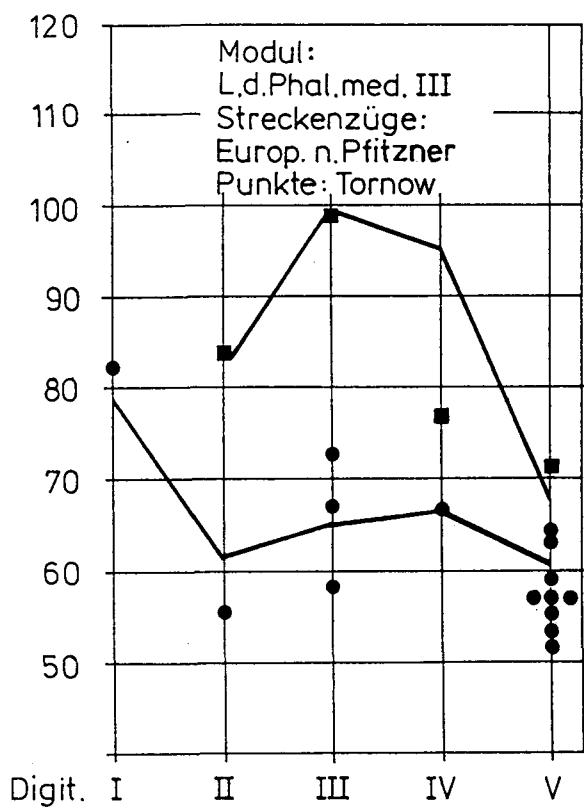


Abb. 3. Fingerknochenmaße (Blume 1988) aus dem Leichenbrand von Tornow (Spätbronzezeit bis frühe Eisenzeit) in relativen Einheiten im Vergleich mit rezenten Werten (Männer, nach Pfitzner 1900). Quadrate: Phalanx medialis, Kreise: Phalanx distalis.

Variantenbildung seit dem Auftreten des anatomisch modernen Menschen lieferte sicher ein Material für Siedlungsvorgänge, die den höchst unterschiedlichen Kraft- und Geschicklichkeitsan sprüchen in früheren und heutigen Arbeitsprozessen gerecht werden (Grimm 1985). Damit besteht also wenig Aussicht, einen bestimmten Trend in

H. Grimm  
Gibt es mikroevolutive Veränderungen im Bau der Hand?

Tabelle 2. Relative Längen von Mittelhandknochen und Fingergrundglied bei Verwendung des dritten Metacarpale als Modul.

Herkunft (Zeit)	Modul	I	II	III
Crô-Magnon (Jungpaläolithikum)	63,2 mm	—	105,1	100
Taforalt (Epipaläolithikum)	69,4 mm	63,4-73,5	89,3-112,4	83,5-111,0
Mitteleuropa (Neuzeit)	62,8 mm (männlich) 59,8 mm (weiblich)	70,9 69,2	104,3 104,0	100 100

der Entwicklung der Hand in den letzten 40.000 Jahren zu erkennen. Er könnte etwa in einer Zunahme des Anteils der "radialen" Handtypen (Zeigefänger länger als der vierte Finger) gegenüber dem "ulnaren" Handtyp (vierter Finger länger als der zweite) bestehen, weil mit Testmethoden zur Psychomotorik die größere Handgeschicklichkeit beim radialen Typ gefunden wird (Rösler 1958). Allerdings zeigen Erfahrungen mit Handmaßbildungen oder durch Kriegsverletzungen oder Unfall eingetretene Verstümmelungen, wie die nervale Steuerrung dennoch anspruchsvolle Arbeitsvorgänge mit einer unvollkommenen "anatomischen Konstruktion" bewältigen kann!

Ein Schadensmuster an Handknochen wäre kaum brauchbar für die Erklärung mikroevolutiver Veränderungen. Gewalteinwirkungen durch Unfall oder Aggression, thermische bleibende Schäden durch Verbrennung oder Erfrierung, Infektionen wie ein Panaritium oder rheumatische Arthritis werden erfahrungsgemäß durch neue

Techniken des Ergreifens und Handhabens, also auf neuralem Wege überwunden.

Unter den anfangs genannten Komponenten Arbeit, Hand und Hirn bereitet also das Studium der Hand im Stadium des anatomisch modernen Menschen die meisten Schwierigkeiten. Gerade deshalb muß auf die große Bedeutung der Handknochen im archäologischen Fundgut aufmerksam gemacht werden. Es besteht hier eine empfindliche Forschungslücke und, um ein Modewort zu gebrauchen, ein "Nachholbedarf"!

Auch wenn man zu dem Ergebnis käme, daß die wie auch immer verursachte Variantenbildung an der Hand durch die Differenzierung der Arbeitsprozesse gewissermaßen aufgefangen wird, also *richtungslos* bleibt, wäre eine intensive Beschäftigung mit dem Handskelett nützlich. Wir hätten auf jeden Fall ein Beispiel vor uns, wo von den Sozialwissenschaften angenommene Bewirkungen quantitativ nachprüfbar werden.

Was die Frage nach Kontinuität oder Diskontinuität in der Anthropogenese anbelangt, so sprechen die bisherigen Erkenntnisse gegen irgendeine Diskontinuität im Verhalten der Hand. Wie in der älteren phylogenetischen Literatur ständig die Primitivität der fünfstrahligen Handkonstruktion hervorgehoben wird, die auch der Primatologe Schultz (1968) noch als "ziemlich konservativ" bezeichnet, so zeigen sich auch seit der Existenz des anatomisch modernen Menschen keine auffälligen Unterschiede. Kontinuierlich scheint die hohe Variabilität, die eine Siebung nach manueller Geschicklichkeit ermöglicht.

Tabelle 3. Schwankungsbreite der relativen Längenmaße aus Tabelle 2 beim Vergleich mit neuzeitlichen Werten.

Geschlecht	Variation, diachronisch		
	I	II	III
männlich	12,1	29,4	26,5
weiblich	14,0	23,0	27,5

### Anmerkungen

- 1 Neuere Darstellungen, wie z. Goerttler (1972) in dem Sammelwerk "Neue Anthropologie" betonen neben dem Primitivcharakter der Fünfstrahligkeit die weitgehende muskuläre und neurale Differenzierung. Insofern ist die Betrachtung des Franciscus von Assisi vor 800 Jahren über die Hand als "Werkzeug aller Werkzeuge" dieser Erkenntnis näher als die Einordnung als Primitivmerkmal.
- 2 Man fand gegenüber dem sog. normal-anatomischen Bild z. B. überzählige eigene Fingerstrekker in 3,3 % (die meisten von ihnen, 87,5 %, am dritten Finger ansetzend) und zusätzliche Muskelbäuche zu den *muscul. interossei dorsales* der Hand in 48,9 %. Sie vereinigen sich in den meisten Fällen (90 %) mit den Zwischenknochenmuskeln des dritten Fingers.
- 3 Von besonderer Bedeutung für die Kontinuitätsfrage ist Vlček's Hinweis, daß die rezente Charakteristik der Muskelansätze und die Gestaltung des Carpometacarpalgelenks sich in Vorstufen beim "*Homo sapiens palestinianus*" vom Skhul-Typus", der dem anatomisch modernen Menschen nahesteht, findet.
- 4 Die Angabe "0,98 mm" für die mittlere Länge der Kleinfinger-Nagelglieder nach Fick (Martin-Saller, Bd. 2, 1060) ist falsch. Bei Benutzung der Schemazeichnung auf S. 1061 würde man für das Kleinfinger-Nagelglied etwa 16,8 mm erhalten.
- 5 In seinen Anweisungen zur metrischen Behandlung von Leichenbränden hat daher van Vark (1974) auch eine Phalanx distalis manus mit den eingezeichneten Meßstrecken abgebildet.
- 6 Ob man für die Werte von Pfitzner (1900) von Männern oder von Frauen oder die Werte von Fick (1926) zum Vergleich heranzieht, scheinen die auf 6 % Hitze-schrumpfung ungerechneten Fingerknochenmaße aus den frühmetallzeitlichen Leichenbränden von Tornow (Blume 1988) ganz in der Nähe der heutigen Bevölkerung zu liegen. Die Mittelwerte können allerdings nur aus je drei oder vier Maßangaben errechnet werden. Individuelle Abweichungen schwanken zwischen 0,6 relativen Einheiten (am dritten Strahl) und 24,4 relativen Einheiten (am vierten Strahl).

### Literatur

- ANGEL, J. L., 1952: The human skeletal remains from Hotu Cave, Iran. *Proc. Amer. Philos. Soc.* 96, 258 - 260.
- BLUME, W., 1988: *Die Repräsentation der distalen Extremitätenknochen in bronzezeitlichen und früheisenzeitlichen Leichenbränden aus Tornow/Niederlausitz*. Mat.-nat. Diss. A., Humboldt-Universität zu Berlin.
- BLUME, W., im Druck: Ergebnisse der anthropologischen Bearbeitung der Hand- und Fußknochen aus den Flachgräbern von Groß Fredenwalde, Kreis Templin.
- DANILOVA, E. I., 1979: *Evoljucia ruki*. Kiev.
- EDINGER, T., 1975: *Paleoneurology 1804 - 1966, an annotated bibliography*. Berlin.
- FABBRI, P. F., 1987: Restes humaines retrouvés dans la grotte Romanelli (Lecce, Italie): Étude anthropologique. *Bull. Mem. Soc. d'Anthrop. Paris*, t. 4, sér. 14, 219 - 248.
- FEREMBACH, D., 1968: *Ossements humaines de Tchoga Zanbil. Le squelette du XIII<sup>e</sup> siècle avant notre ère de la tombe Royal De Tchoga Zanbil près de Suse (Iran)*. Paris.
- FICK, R., 1926: Maßverhältnisse an den oberen Gliedmaßen des Menschen und den Gliedmaßen der Menschenaffen. *Sitzber. Preuß. Akad. Wiss.* 30, 417 - 451.
- GOERTTLER, K., 1972: Morphologische Sonderstellung des Menschen im Reich der Lebensformen auf der Erde. In: H. G. Gadamer & P. Vogler (Hrsg.), *Neue Anthropologie*, Bd. 2: *Biologische Anthropologie*, 2. Teil, 215 - 257. Stuttgart.
- GRIMM, H., 1979: Hirn und Hirnleistungen in der Evolution des *Homo sapiens*. In: J. Preuß (Hrsg.), *Von der archäologischen Quelle zur historischen Aussage*, 9 - 28. Berlin.
- GRIMM, H., 1985: Die selektionistische Bedeutung des Hantierens mit kleinen Gegenständen in der Stammesgeschichte der Hominiden. In: J. Herrmann & H. Ullrich (Hrsg.), *Menschwerdung - biotischer und gesellschaftlicher Entwicklungsprozeß*, 193 - 196. Berlin.
- GRIMM, H., 1989: Von der sehr großen Wichtigkeit der sehr kleinen Knochen: Das Beispiel der Hand. *Informationen des Bezirksarbeitskreises für Ur- und Frühgeschichte, Schwerin* 29, 36-49.
- GRIMM, H., 1991: Hand-Hirn-Werkzeugbeziehungen im Menschwerdungsprozeß. In: J. Herrmann & H. Ullrich (Hrsg.), *Menschwerdung. Eine Gesamtdarstellung*, 144-149, 615-618. Berlin.

H. Grimm  
Gibt es mikroevolutive Veränderungen im Bau der Hand ?

---

- KADANOFF, D., 1968: Über die Erscheinungen der Umbildungsprozesse der Extremitätenmuskulatur beim Menschen in der Anthropogenese und als Folgen der funktionellen Anpassung. *Materialy Prace Anthropol.* 75, 289 - 299.
- KIRMSE, W., 1967: *Zur Problematik der stammesgeschichtlichen Interpretation des menschlichen Endokraniums, mit vergleichenden Untersuchungen am Endokranialausgüssen von Populationen der Jungsteinzeit, des Mittelalters und der Gegenwart.* Naturwiss. Diss. A., Humboldt-Universität zu Berlin.
- KLAATSCH, H., 1922: Entstehung und Entwicklung des Menschengeschlechts. In: H. Kraemer (Hrsg.), *Weltall und Menschheit*, Bd. 2, 3 - 338 (speziell S. 132 - 134). Berlin/Leipzig, 2. Aufl.
- KOCHETKOVA, V. L., 1978: *Paleoneurology*. New York.
- MARTIN, R. & SALLER, K., 1959: *Lehrbuch der Anthropologie*. Bd. 2. Stuttgart.
- MUSGRAVE, J. H., 1973: The phalanges of Neanderthal and Upper Paleolithic hands. In: M. H. Day (ed.), *Human evolution*, 59-85. London.
- MUSGRAVE, J. H. & HAMEJA, N. K., 1978: The estimation of adult stature from metacarpal bone length. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 48, 113 - 118.
- PATTE, E., 1975: Os des mains et de pieds de deux sépultures préhistoriques. *Bull. Mém. Soc. d'Anthrop. Paris*, t. 2, sér. 13, 179 - 191.
- PFITZNER, W., 1900: Beiträge zur Kenntnis des menschlichen Extremitätskeletts, VIII: Die morphologischen Elemente des menschlichen Handskeletts. *Zeitschr. Morph. Anthropol.* 2, 77-157, 365 - 678.
- PORTMANN, A., 1948: *Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere*. Basel.
- RECHE, O. & NESTLER, J., 1933: *Das frühneolithische Skelett von Groß-Tinz in Schlesien*. Leipzig.
- RÖSLER, H.-D., 1958: *Zur Entwicklung des Grundtypus der menschlichen Hand*. Naturwiss. Diss. A., Humboldt-Universität zu Berlin.
- SABAN, R., 1984: *Anatomie et évolution des veines méningées chez les hommes fossiles*. Paris.
- SCHULTZ, A. H., 1968: Handgebrauch und Verständigungsmittel bei Affen und Frühmenschen. In: B. Rensch (Hrsg.), *Handgebrauch und Verständigung bei Affen und Frühmenschen*, 17 - 24. Bern, Stuttgart.
- VALLOIS, H. V. & BILLY, G. 1965: Nouvelles recherches sur les hommes de l'Abri de Crô-Magnon. *L'Anthropologie* 69, 249 - 272.
- VARK, G. N. van, 1974: The investigation of human cremated skeletal material by multivariate statistical methods. I. Methodology. *Ossa* 1, 63 - 95.
- VLČEK, E., 1975: Morphology of the first metacarpal of Neanderthal individuals from the Crimea. *Bull. Mém. Soc. d'Anthrop. Paris*, t. 2, sér. 13, 257 - 276.
- VLČEK, E., 1980: Die Hand - Organ der Arbeit im Prozeß der Menschwerdung. In: F. Schlette (Hrsg.), *Die Entstehung der Menschen und der menschlichen Gesellschaft*, 85 - 106. Berlin.
- WIEDERSHEIM, R., 1908: *Der Bau des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit*. Tübingen. 4. Aufl. (1. Aufl. vor 1900).