

bei weitem den Beobachtungshorizont von mehreren Flachbohrungen. Gerade die Abweichungen von den erwarteten Befunden werden von den beteiligten Forschern außerordentlich positiv gewertet, denn eine großangelegte Bohrung, die lediglich alle indirekt gewonnenen Erkenntnisse bestätigt, wäre ausgesprochen langweilig. Welche Folgerungen sich aus den jüngsten Resultaten für das globale Bild von der Erde, ihrer geologischen Entwicklung und speziell von den Prozessen in der Erdkruste ergeben, wird die Aufarbeitung der neuen Daten in den nächsten Jahren zeigen. Vorläufiges Resümee von Peter KEHRER, eines am KTB beteiligten Wissenschaftlers: „Die Geologie-Lehrbücher müssen umgeschrieben werden“ (KERR 1994).

Die Notwendigkeit eines internationalen Bohrprogramms haben letztes Jahr Forscher aus über 25 Ländern während eines Treffens im GeoForschungsZentrum in Potsdam (GFZ) hervorgehoben (ZOBACK & EMMERMANN 1994). Der wissenschaftliche und technische Erfolg des KTB hat die Geowissenschaftler stimuliert – nicht in den Weiten des Welt-

alls, sondern nur wenige Meter unter unseren Füßen harrt eine geheimnisvolle Welt ihrer Entdeckung.

Thomas Fritzsche

Literatur

- Anonymus (1987) Start der KTB-Vorbohrung. Geowissenschaften in unserer Zeit 5, 184.
 EMMERMANN R (1986) Das deutsche Kontinentale Tiefbohrprogramm. Forschungskonzeption und Zielsetzungen. Geowissenschaften in unserer Zeit 4, 19-33.
 EMMERMANN R (1990) Vorstoß ins Erdinnere: das Kontinentale Tiefbohrprogramm. Spektrum der Wissenschaft, Okt., 60-70.
 FRITZ P & LODEMANN M (1990) Die salinaren Tiefenwässer der KTB-Vorbohrung. Die Geowissenschaften 8, 273-278.
 KERR RA (1994) German super-deep hole hits bottom. Science 266, 545.
 ZOBACK MD & EMMERMANN R (1994) Toward establishing an international continental scientific drilling program. EOS 75 (40), 461.

War Australopithecus robustus ein Werkzeughersteller?

Menschen sind nicht die einzigen Lebewesen, die Werkzeuge verwenden. Schimpansen stellen sogar gelegentlich einfache Werkzeuge aus Rohmaterialien selbst her (BECKER 1993). Doch während der Werkzeuggebrauch bei Schimpansen nicht unbedingt erforderlich zu sein scheint, ist er für den heutigen Menschen lebensnotwendig. Das erste Auftreten von Werkzeugen wird deshalb als ein entscheidender Schritt in der Evolution zum Menschen angesehen.

Die frühesten bekannten Steinwerkzeuge sind in geologischen Schichten geborgen worden, die auf ca. 2,5 Millionen Jahre datiert werden (Abb. 1). Im allgemeinen werden diese Werkzeuge *Homo habilis*, dem frühesten und bis heute umstrittenen Vertreter der Gattung *Homo* zugeschrieben. Jüngst vertrat SUSMAN (1994) die These, daß unter den frühen Hominiden auch *Australopithecus robustus* zu den Benutzern und Herstellern dieser Werkzeuge gehörte. Diese Behauptung ist erstaunlich zu einem Zeitpunkt, da sich die Indizien

dafür verdichten, daß seine grazilen Verwandten (von denen reichhaltigeres Fundmaterial vorliegt als von den robusten *Australopithecinen*) dem Menschen in vielen Merkmalen unähnlicher sind als zunächst angenommen.

Was sind nun aber die Daten, auf die sich SUSMAN stützt?

Die menschliche Hand besitzt spezielle Anpassungen für die Herstellung und Benutzung von Werkzeugen. Eines der wichtigsten Merkmale ist dabei die stark entwickelte Daumenmuskulatur. Der Mensch kann wie viele andere Primaten den

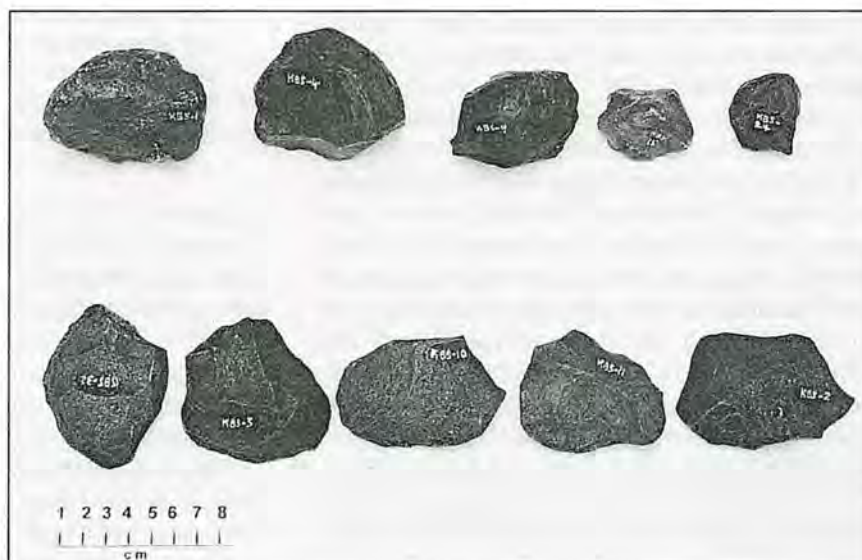
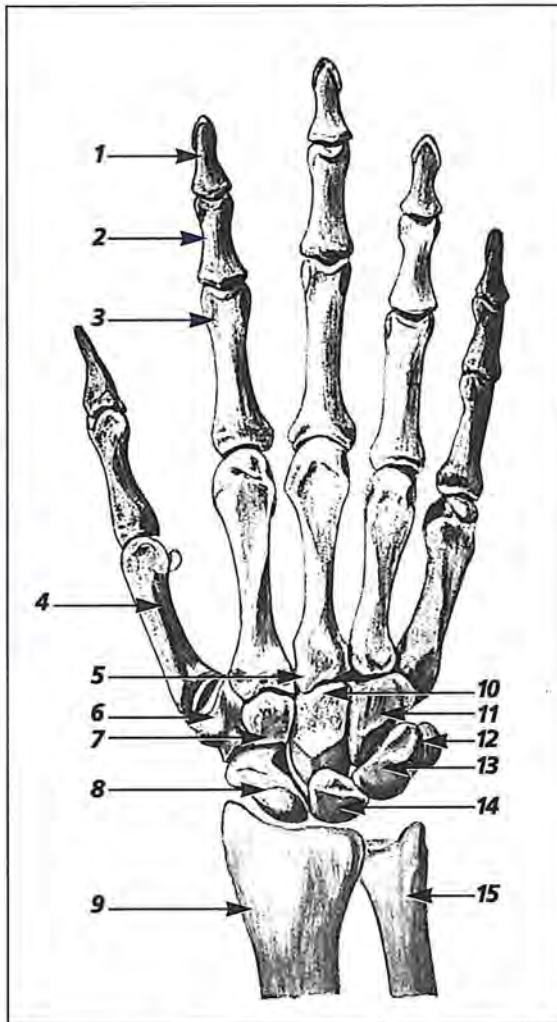


Abb. 1: Abgüsse von ältesten Steinwerkzeugen aus Koobi Fora (Kenia). Oben: Haumesser (Choppers). Unten: Splitter (Flakes)

Abb. 2: Die Hand
des Menschen
(Rückseite).

Abkürzungen:

- (1) Fingerendglied,
(2) Fingermittel-
glied, (3) Finger-
grundglied, (4) Dau-
menmittelhand-
knochen, (5) Griffel-
fortsatz des Mittel-
handknochen III,
(6) großes Vieleck-
bein, (7) kleines
Vieleckbein,
(8) Kahnbein,
(9) Speiche,
(10) Kopfbein,
(11) Hakenbein,
(12) Erbsenbein,
(13) Dreiecksbein,
(14) Mondbein,
(15) Elle



Daumen den restlichen vier Fingern gegenüberstellen. Einmalig ist aber die Fähigkeit der menschlichen Hand, eine bedeutende Kraft auf gehaltene Gegenstände auszuüben, wie es beispielsweise beim Greifen eines Hammers erforderlich ist. Die Möglichkeit der Ausübung einer großen Kraft durch den menschlichen Daumen hängt mit den gut entwickelten Daumenmuskeln zusammen. Zu ihnen gehören auch drei Muskeln (Musculus flexor pollicis longus, tiefer Kopf des Musculus flexor pollicis brevis und der erste palmare interossäre Muskel), die bei den afrikanischen Großaffen fehlen.

SUSMAN hat nachgewiesen, daß der Daumenmittelhandknochen des Menschen (Abb. 2) einen breiten Kopf in Relation zur Länge besitzt. Dagegen ist das vordere Ende dieses Knochens beim Schimpansen schmal. Aus der Morphologie des ersten Mittelhandknochens kann auf den Ausbildungsgrad der Daumenmuskulatur und nach SUSMAN damit auch auf die Fähigkeit der Hand zur Herstellung von Werkzeugen und zum Umgang mit ihnen geschlossen werden. Erwartungsgemäß besitzt *Australopithecus afarensis* (AL 333w-39) ein den Pongiden ähnelndes Metacarpale I, und damit fehlt der Hand die Fähigkeit zum habituellen Umgang mit Werkzeugen. Dagegen ist für die meisten Paläanthropologen die sich aus der Morphologie des Daumen-

Tabelle 1

Wichtige Merkmale der menschlichen Hand, die eine effektive Benutzung und Herstellung von Steinwerkzeugen ermöglichen.

1. Langer Daumen im Verhältnis zur Handlänge
→ Der Ballen des Daumenendgliedes ist so in der Lage, den Druck aller Finger auszubalancieren, wenn diese zusammen ein Objekt halten und rotieren.
2. Breiter Daumenmittelhandknochen
→ weist auf gut entwickelte Daumenmuskeln hin.
3. Stabilität im Hohlhandzentrum
In der Region des zweiten und dritten Mittelhandknochens gibt es eine Reihe von Merkmalen, die die Hohlhand gegen äußere und innere Kräfte stabilisieren, welche bei der Werkzeugherstellung und -benutzung wirken. Zu diesen Merkmalen gehören:
→ robustes Kopfbein, dem eine deutliche Einkerbung auf der Außenseite für das Zwischenknochenband mit dem kleinen Vieleckbein fehlt. Auf der Hohlhandseite befindet sich ein zwiebelartiges Areal, welches die Gelenkflächen für die Mittelhandknochen II und III knöchern unterstützt.
→ robuster Mittelhandknochen II und kräftige Basen von Mittelhandknochen II und III
→ Stabilisierung der Basis des Mittelhandknochens III durch einen Griffelfortsatz an der Basis von Mittelhandknochen III, der gegen das Kopfbein grenzt; Erbsenbeinmittelhandknochenband (überbrückt eine Grube zwischen dem Hakenbeinhäkchen und den Handwurzelmittelhandgelenken VI und V und setzt an der Basis der Mittelhand an)
4. Drehung der Finger
→ Asymmetrie der Mittelhandknochen durch Ausrichtung von Mittelhandknochen II und III zum Daumenmittelhandknochen
→ Einwärtsdrehfähigkeit des zweiten Fingers durch entsprechend ausgerichtete Gelenkflächen zwischen Mittelhandknochen II, Vieleckbein (mehr in der Frontalebene) und Kopfbein (distal)
→ Die Gelenkfläche zwischen dem Hakenbein und dem Mittelhandknochen V zeigt eine Sattelform und ermöglicht so eine Gegenüberstellung von Kleinfingerballen- und Daumenballengebiet.
5. Sicherer Griff der Fingerendglieder
→ durch breite Fingerendglieder

metacarpale SKX 5020 (*Australopithecus robustus* zugeordnet) aus Swartkrans ergebende funktionelle Schlußfolgerung von SUSMAN eine große Überraschung: Mit einem breiten Kopf in Relation zur Länge soll diese *Australopithecus*-Spezies trotz ihres wesentlich kleineren Gehirns über die gleichen Fähigkeiten des Umganges mit Werkzeugen wie die frühesten *Homo*-Vertreter verfügen.

AIELLO (1994) nimmt dazu in der Ausgabe von *Science*, in der SUSMAN seine Ergebnisse veröffentlicht hat, kritisch Stellung. Zum einen ist die taxonomische Zuordnung von SKX 5020 zu *Austra-*

Glossar

A.L.: Abkürzung für Afar Locality

habituell: gewohnheitsmäßig.

Morphologie: Lehre vom Bau und von der Gestalt (Morphe) der Lebewesen und ihrer Organe

Olduwan: Geröllgerätekultur, benannt nach der Olduvaischlucht (Tansania)

Pongiden: Gruppe der Großaffen Orang-Utan, Gorilla, Schimpanse und Zwergschimpanse

Prozessus styloideus: Griffelfortsatz; hier: an der hinteren Basis des dritten Mittelhandknochens, s. Abb. 2

SK: Abkürzung für Swartkrans

lopihceus robustus nicht unumstritten. SKX 5020 kommt aus dem gleichen geologischen Horizont in Südafrika, aus dem auch das zum Vergleich herangezogene Metacarpale I SK 84, welches *Homo erectus* zugeordnet werden kann, stammt. SKX 5020 ist von SK 84 morphologisch nicht sicher zu unterscheiden, und der Größenunterschied zwischen beiden Knochen schließt nicht aus, daß sie zur gleichen Spezies gehören (TRINKAUS & LONG 1990).

Die Datenbasis ist oft nicht ausreichend für die gezogenen Schlußfolgerungen.

Damit zeigt sich hier ein Problem, das häufig in der Paläanthropologie anzutreffen ist: Die Datenbasis ist nicht ausreichend für die gezogenen Schlußfolgerungen. Zwei nicht eindeutig zuordenbare Knochen genügen nicht, um zu bestimmen, ob mehr als eine frühhominide Spezies aus dem gleichen Zeithorizont Werkzeuge herstellte und benutzte.

Zweitens gibt es keinen zwingenden Zusammenhang zwischen dem einzelnen Handmerkmal „kräftiger Daumen“ und der Werkzeugherstellung. Für die Herstellung von Steinwerkzeugen sind neben einem kräftigen Daumen noch andere Handmerkmale erforderlich, die einen festen Griff und eine effiziente Haltung des Werkzeugs in der Hand ermöglichen (MARZKE 1983, MARZKE & SHACKLEY 1986; Tab.1). Zu diesen Merkmalen gehören ein im Vergleich zu den anderen Fingern relativ langer Daumen sowie die Fähigkeit der Spreizung und Gegenüberstellung von Daumen und Fingern, z.B. beim Greifen eines kleinen Balles oder Benutzen eines Hammersteines. Dieser Griffotyp erfordert eine Hohlhand. Sie unterstützt die Position des Daumens und der Finger beim Halten eines runden

Objektes. Der Daumen von *Australopithecus afarensis* ist nicht kräftig, aber relativ lang im Vergleich zu den heute lebenden Pongiden. Außerdem besitzt *Australopithecus afarensis* notwendige Modifikationen im Zeige- und Mittelfingerbereich der Hand, die eine teilweise Hohlhand ermöglichen. *Australopithecus afarensis* konnte zwar keinen Hammerstein mit allen fünf Fingern wie der moderne Mensch greifen, aber ein Halten zwischen dem Daumen, Zeige- und Mittelfinger war bei dieser frühen Hominidenspezies möglich. *Australopithecus afarensis* besaß daher bessere anatomische Voraussetzungen für die Nutzung von Werkzeugen als die rezenten Pongiden. Der Beurteilung der *Australopithecus afarensis*-Hand durch AIELLO muß noch hinzugefügt werden, daß diese Hand wegen eines fehlenden Prozessus styloideus an der Basis des dritten Mittelhandknochens (Abb. 2) den dauerhaften Belastungen, die bei der Benutzung von Steinwerkzeugen am Knochen auftritt, nicht gewachsen war (MARZKE & MARZKE 1987). AIELLO warnt abschließend davor, allein von einem kräftigen Daumen auf einen großen Sprung in den intellektuellen und sprachlichen Fähigkeiten oder sinnbildlichen Ausdrucksmöglichkeiten (was eine habituelle Steinwerkzeugherstellung implizieren würde) bei unseren Vorfahren zu schließen.

Es bleibt zu vermerken, daß eine habituelle Fähigkeit von *Australopithecus robustus* zur Herstellung von Steinwerkzeugen die Schöpfungslehre vor Probleme stellen würde. Die meisten Paläanthropologen deuten heute *Australopithecus robustus* als einen Seitenzweig in der Evolution zum Menschen. Im Schöpfungsmodell stellt *Australopithecus robustus* zusammen mit den anderen Australopithecinen einen eigenständigen ausgestorbenen Großaffen-Grundtyp dar. Obwohl die Hand der Großaffen nicht über die spezifischen Anpassungen für eine gewohnheitsmäßige Herstellung von Steinwerkzeugen verfügt, konnten Forscher dem Zwergschimpansen „Kanzi“ das Abschlagen von Splintern von einem Feuersteinkern mit einem Hammerstein lehren. Gleichzeitig zeigte sich aber auch, daß die frühesten Werkzeughersteller (Olduwan) über ein wesentlich besseres Verständnis der Prinzipien und der Mechanik der Steinwerkzeugherstellung verfügten als die heutigen Großaffen (SCHICK & TOTH 1993). Bei unserem derzeitigen Kenntnisstand ist also die massenweise Herstellung und Benutzung auch der ältesten uns bekannten relativ einfachen Steinwerkzeuge durch *Australopithecus robustus* als einem nichtmenschlichen Primaten nicht zu erwarten.

Michael Brandt

Literatur

- AIELLO LC (1994) Thumbs up for our early ancestors. *Science* 265, 1540-1541.
BECKER P-R (1993) Werkzeuggebrauch im Tierreich. Stuttgart.

- MARZKE MW (1983) Joint functions and grips of the *Australopithecus afarensis* hand, with special reference to the region of the capitate. *J. Hum. Evol.* 12, 197-211.
- MARZKE MW & MARZKE RF (1987) The third metacarpal styloid process in humans: Origin and functions. *Am. J. Phys. Anthropol.* 73, 415-431.
- MARZKE MW & SHACKLEY MS (1986) Hominid hand use in the Pliocene and Pleistocene: Evidence from experimental archaeology and comparative morphology.

J. Hum. Evol. 15, 439-460.

SCHICK KD & TOTH N (1993) Making silent stones speak. New York.

SUSMAN RL (1994) Fossil evidence for early hominid tool use. *Science* 265, 1570-1573.

TRINKAUS E & LONG JC (1990) Species attribution of the Swartkrans Member 1 first metacarpals: SK 84 and SKX 5020. *Am. J. Phys. Anthropol.* 83, 419-424.

Schnelle Artbildung bei einem marinen Vielborster (Polychaeta)

Was ist eine Art? Unter den Biologen besteht kein Konsens über eine Artdefinition; dies gilt auch für höhere taxonomische Kategorien wie Gattung, Familie oder höhere Hierarchien. Die Kategorie des Grundtyps ist dagegen durch das Kriterium der Kreuzbarkeit schärfer faßbar (SCHERER 1993a); Grundtypen umfassen in der Regel mehrere Gattungen, manchmal liegt der Grundtyp auf der Ebene der Tribus, Unterfamilie oder Familie (SCHERER 1993b). Es ist jedoch unumstritten, daß auch bei

Anwendung unterschiedlicher Artdefinitionen die Bildung von Arten (Speziation) demonstriert werden kann (JUNKER 1993). Zwar werden für Artbildung gewöhnlich sehr lange Zeiten veranschlagt, doch häufen sich die Hinweise, daß Biospezies auch in sehr kurzen Zeiträumen entstehen können, wie das folgende Beispiel eindrücklich zeigt.

Die Polychaeten sind eine Klasse des Tierstammes der Annelida (segmentierte Würmer, Tab. 1), dessen bekanntester Vertreter der Regenwurm ist (*Oligochaeta*, *Lumbricus terrestris*). Jedes Körpersegment der Polychaeten trägt ein Paar paddelförmige, der Fortbewegung dienende Scheinfüßchen (Parapodien), an deren Ende zahlreiche Borsten sitzen (daher der deutsche Name Vielborster). Polychaeten können freischwimmend existieren, bauen sich eigene Wohnröhren in Korallenriffen oder wohnen in selbstgegrabenen Röhrenbauten im marinen Sediment. Häufig stellen sie die zahlenmäßig dominante Tierform in marinen benthischen Lebensräumen (Sediment auf dem Meeresboden). Polychaeten gehören zu den farbenprächtigsten Organismen der Meere und sind jedem Besucher von größeren Aquarien in Zoologischen Gärten bekannt. Besonders fallen die mächtigen, ästhetisch ansprechenden Tentakelkronen von Röhrenwürmern in Korallenriffnachbildungen auf, mit denen die Tiere Nahrungspartikel herbeistrudeln.

Bei der hier interessierenden, von WEINBERG et al. (1992) untersuchten Art handelt es sich mit *Nereis acuminata* um einen eher unauffälligen, nahezu kosmopolitisch in Küstensedimenten verbreiteten Vertreter. *N. acuminata* ist trotzdem ungewöhnlich: Bei der monogamen Paarung deponiert das Weibchen ihre reifen Eier in der Wohnröhre des Männchens, verläßt diese und stirbt kurz danach. Die deponierten Eier werden befruchtet und die jungen Tiere wachsen unter der Obhut und Fürsorge des Männchens drei bis vier Wochen lang heran, bevor sie herauskriechen, um ihre eigenen Wohnröhren zu graben. Im Labor kann man 3-5 Generationen pro

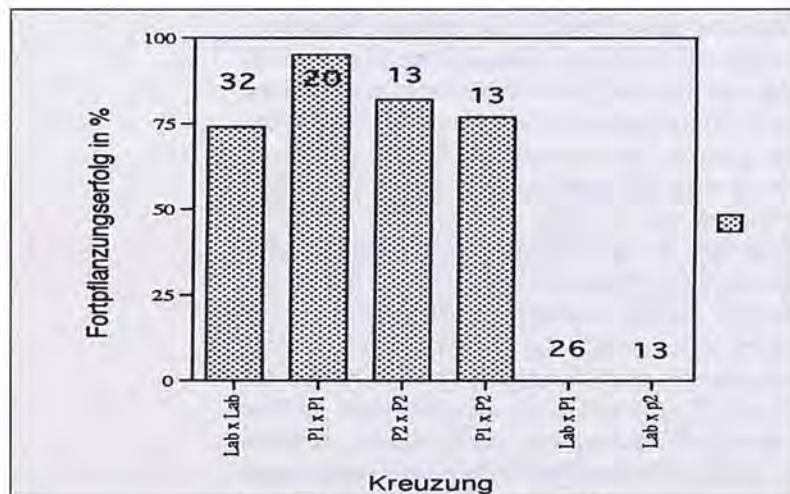


Abb. 1: Ergebnisse von Kreuzungen zwischen verschiedenen *Nereis acuminata* Populationen. Lab: Laborpopulation; P1: Freilandpopulation 1; P2: Freilandpopulation 2. Die Ziffern über den Balken geben die Anzahl der untersuchten Paarungen an. Ein Individuum war jeweils nur einmal an einem Experiment beteiligt, insofern sind die Ergebnisse unabhängig voneinander. Als Fortpflanzungserfolg wurde gewertet, wenn die Jungtiere die Wohnröhre des Vaters verlassen hatten, um eigene Wohnröhren zu graben. In keinem einzigen Fall glückte die Verpaarung eines Labortieres mit einem Tier aus der Freilandpopulation, obwohl die jeweils nachfolgenden Kontrollexperimente zeigten, daß sich genau diese Tiere mit einem Partner aus der eigenen Population fortpflanzen konnten. (Nach WEINBERG et al. 1992)