

## Interdisziplinäre Untersuchungen an den Neufunden aus dem Neandertal

Johann Carl Fuhlrott (1803 - 1877) gewidmet

Ralf W. Schmitz

Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters  
Abteilung Ältere Urgeschichte und Quartärökologie  
Schloss Hohentübingen, 72070 Tübingen

**Zusammenfassung:** Nachgrabungen an der Fundstelle des Neandertaler-Typusexemplares erbrachten in den Jahren 1997 und 2000 erstmals kulturelle Hinterlassenschaften des pleistozänen Menschen aus dem Bereich der Höhlen „Feldhofer Kirche“ und „Kleine Feldhofer Grotte“. Bei den Artefakten handelt es sich um Typen des Gravettien und der Keilmessergruppen. Weiterhin konnten neben ergänzenden Skelettelementen des namensgebenden Neandertalers auch Knochenreste eines bis dahin unbekanntes zweiten Neandertaler-Individuums geborgen werden. Die Ergebnisse der Analysen von mitochondrialer DNA aus der Knochensubstanz beider Neandertaler stützen das Out of Afrika-Modell und sprechen gegen einen Beitrag der Neandertaler zum Genpool der heutigen Menschen. <sup>14</sup>C-Daten von ~ 40 000 Jahren BP für die Fossilien Neandertal 1 und 2 betten nicht nur diese beiden Neandertaler, sondern auch die aus ihnen gewonnenen DNA-Sequenzen in das Sauerstoff-Isotopenstadium 3 ein.

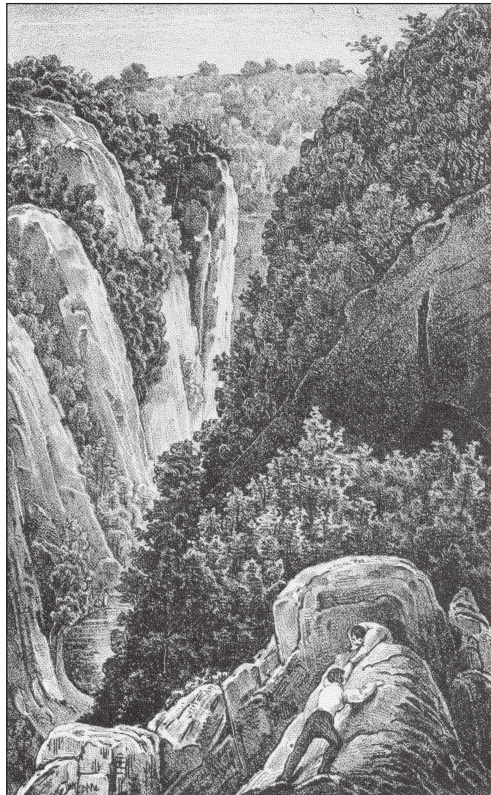
**Abstract:** Renewed excavations of the sediments from the caves “Feldhofer Kirche” and “Kleine Feldhofer Grotte” in the Neander Valley during 1997 and 2000 yielded the first cultural remains from the Neanderthal type site. The artefacts found are Gravettian and Micoquian forms. In addition, bones belonging to the Neanderthal type specimen and bones which could be assigned to a second Neanderthal individual were recovered. The results of mitochondrial DNA analyses using mtDNA from both specimens support the Out of Africa-model and do not indicate a contribution of Neanderthal DNA to the modern human gene pool. Radiocarbon measurements date Neanderthal 1 and Neanderthal 2, and the corresponding mtDNA sequences, to ca. 40 000 years BP and consequently to Oxygene Isotope Stage 3.



Abb. 1: Geographische Lage des Neandertals. (J. Kraft, Rheinisches Landesmuseum Bonn).

Bis Mitte des 19. Jahrhunderts blieb der von den Einheimischen „Hundsklipp“ oder „Gesteins“ genannte felsige Abschnitt des Neandertals eine kaum berührte Schlucht, die Zeitgenossen mit der schweizerischen Via Mala gleichstellten.

Der Düsseldorfbach hatte sich hier durch die tektonische Hebung des Rheinischen Schiefergebirges in den devonischen Massenkalk eingeschnitten. Dabei wurde ein bereits existierendes Höhlensystem geöffnet und so für den eiszeitlichen Menschen zugänglich. Es ist sehr wahrscheinlich, dass jede der mindestens neun durch den Kalkabbau im 19. Jh. zerstörten Höhlen archäologisch relevante Horizonte enthielt. Das Tal zog ob seiner Reize regelmäßig Künstler der Düsseldorfer Malerschule und andere Bürger aus der Umgebung an, wobei man die größeren Höhlen als Festsäle nutzte. Bedauerlicherweise beachtete die Wissenschaft das Neandertal in wesentlich geringerem Umfang, so dass keine archäologischen oder paläontologischen Forschungen stattfanden. Diese heute völlig unverständliche Vorgehensweise steht auch im Widerspruch zu den Aktivitäten von Rudolf Virchow und Hermann Schaaffhausen, die seit 1870 unabhängig voneinander in den Höhlen des benachbarten Sauerlandes Grabungen durchführten (Schmitz u. Thissen 2000a).



**Abb. 2:** Der östliche Teil des „Gesteins“ mit den Rabenstein-Klippen vor 1835. Der Standort des Betrachters befindet sich in den Felsen auf dem nördlichen Düsseldorfufer. Auf dem südlichen Düsseldorfufer ist der spitzbogige Eingang der Höhle „Feldhofer Kirche“ zu erkennen. Die „Kleine Feldhofer Grotte“, der Fundort des Neandertalers, läge knapp außerhalb des rechten Bildrandes (aus Bongard 1835).

Im August 1856 schaufelten Steinbrucharbeiter in der Kleinen Feldhofer Grotte ein vermeintliches Höhlenbärenskelett zutage, das einige Wochen später der Elberfelder Lehrer und Naturforscher Johann Carl Fuhlrott als menschlich identifizierte (Fuhlrott 1859).

Durch die unsachgemäße Bergung - nur ein Teil der Knochen war bereits in der Höhle erkannt, die übrigen mit dem Höhlensediment ins Tal hinuntergeworfen worden - lagen 1856 neben der Calotte nur 15 weitere Stücke vor: Scapula dext., Clavicula dext., Humerus dext., Ulna dext., Radius dext., Humerus sin., Ulna sin., fünf Costae, Os ilium sin., sowie beide Femora. Die meisten dieser Stücke zeigen durch die Werkzeuge der Arbeiter verursachte Brüche bzw. Absplitterungen. Dennoch handelt es sich bei der Entdeckung um das vollständigste Neandertalerskelett Mitteleuropas, das seit 1991 eine interdisziplinäre wissenschaftliche Neubearbeitung erfährt (Schmitz u.a. 1999; Schmitz u. Thissen 2000a; Schmitz 2002).

In den Jahren nach 1856 flammte vor dem Hintergrund der aufkommenden Evolutionstheorie eine heftige Kontroverse um Alter und Einstufung des Fundes auf; 1864 erfolgte die Benennung „*Homo neanderthalensis*“, die das Skelett zum Typusexemplar der später herauskristallisierten Menschenform „Neandertaler“ erhob (Fuhlrott 1859; King 1864; Virchow 1872; Schaaffhausen 1888). Währenddessen fiel die Fundstelle der vollständigen Zerstörung anheim und versank im Schutt der wachsenden Steinbrüche. Bereits um 1900 war die Position der auf keiner Karte verzeichneten Grotte nicht mehr bekannt.

In den Jahren 1983 bis 1985 führte ein Team der Universität Köln unter Leitung von Gerhard Bosinski und Johann Tinnus Suchgrabungen im düsselnahen Bereich des inzwischen aufgelassenen Steinbruches durch. Zielsetzung war die Lokalisierung der 1856 aus der Kleinen Feldhofer Grotte geschaukelten Sedimente mit möglicherweise übersehenen Teilen des Neandertaler-Skelettes. Da den Grabungen kein Erfolg beschieden war, zog man den Schluss, dass man den Höhlenlehm im 19. Jh. aus dem Fundstellenbereich herausgeschafft hatte.

Dennoch unternahmen Jürgen Thissen und der Verf. im Herbst 1997 eine Suchgrabung des Rheinischen Amtes für Bodendenkmalpflege, Bonn, an einer anderen, nach langwierigen Recherchen ausgewählten Stelle auf dem südlichen Düsselufer.

Als erstes Ergebnis konnte die Position der ehemaligen Felssteilwand bestimmt werden; es zeigte sich, dass ein basaler Rest von etwa 2 Metern Höhe als natürlicher Schutzwall gegen Hochwasser belassen worden war. Unmittelbar vor diesem Felswandrest lagen unter einer Überdeckung von mehreren Metern teils betonhart verbackenem Sprengschutt lehmige Sedimente, die ausweislich ihres Anteils an verwittertem Kalkstein ehemals aus einer Höhle stammten.

Hieraus traten zunächst Scherben eines blau bemalten Kruges aus dem 19. Jahrhundert zutage; dies konnte nur bedeuten, dass die Höhle, in welcher die Sedimente primär lagerten, im 19. Jh. für Menschen begehbar gewesen ist. Dies traf im untersuchten Areal nur auf die größere der beiden unmittelbar benachbarten Höhlen, die Feldhofer Kirche, zu. Demzufolge konnten auch die Sedimente der Kleinen Feldhofer Grotte nicht allzu weit entfernt zur sekundären Ablagerung gekommen sein. Kurze Zeit später konnten auch Faunenreste und jungpaläolithische Steinartefakte geborgen werden.

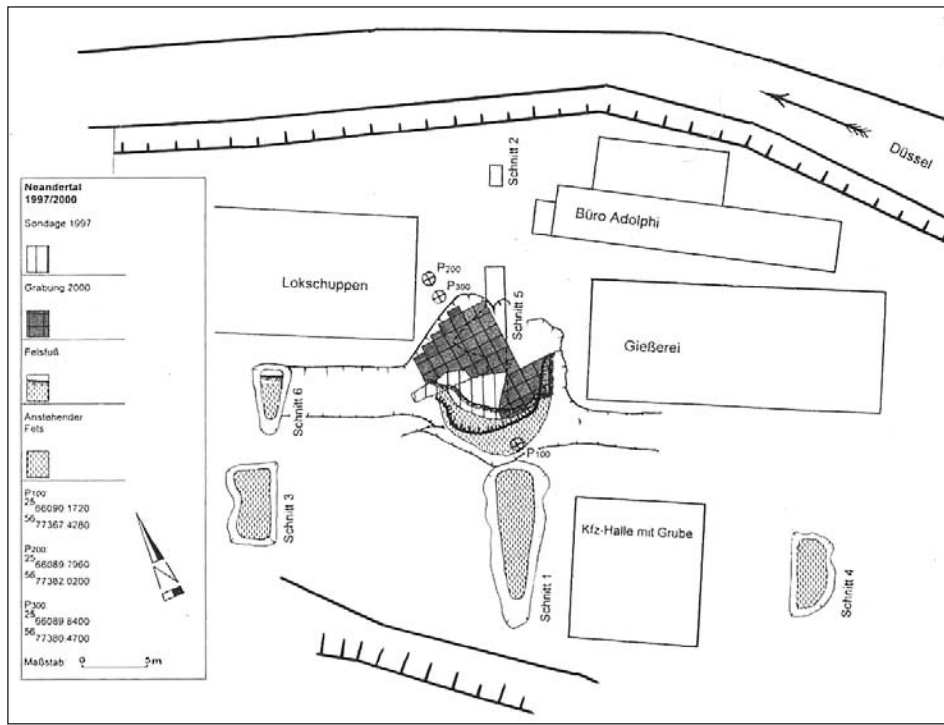


Abb. 3: Grabungsschnitte im Neandertal 1997 / 2000. (Aus: Schmitz und Thissen 2000c).

Durch die Erweiterung des Suchschnittes 5 nach Westen (Abb. 3) traten wie erhofft weitere, mit den ersten verzahnte Höhlensedimente zutage, die nach unserer Annahme aus der Kleinen Feldhofer Grotte stammten und ebenfalls Steinartefakte und Knochenfragmente enthielten.

Bereits die Geländeaktivitäten des Jahres 1997 erbrachten neben Artefakten und Faunenresten auch menschliche Knochenfragmente, darunter Stücke eines rechten Humerus. Dieser ist aufgrund der Vollständigkeit des entsprechenden Knochens beim Typusexemplar (Neandertal 1) als Beleg für einen zweiten, bis dahin unbekanntem Neandertaler (Neandertal 2) an dieser Fundstelle zu werten. Im Januar 1999 gelang die erhoffte, aber kaum erwartete Anpassung eines neuentdeckten Splitters an das Kniegelenk des linken Femur von 1856. Hierzu hatte Gustav Schwalbe in seiner Beschreibung 1901 angemerkt: „Rechtes und linkes Femur, beide normal, bis auf kleine Defekte (...), Defekt am Condylus lateralis des linken Femur) vollständig erhalten“ (Schwalbe 1901).

Die menschlichen Knochenreste, insbesondere die erwähnte Anpassung, ebneten den Weg zu einer Fortsetzung der Grabungen von Anfang April bis Ende September 2000 auf beträchtlich erweiterter Fläche (Abb. 3) (Schmitz und Thissen 1998; 1999; 2000a; b; c).

Um auch kleine und kleinste Funde wie Absplisse, Knochenkohlen, Mollusken und Kleinsäugerreste zu sichern, wurde das abgegrabene Sediment im Verlaufe des Jahres 2001 durch feinmaschige Siebe geschlämmt.





**Abb. 4:** Ausgrabungen in den Höhlensedimenten, Kampagne 2000. (Archiv Projekt Neandertal. Photo: R. W. Schmitz)

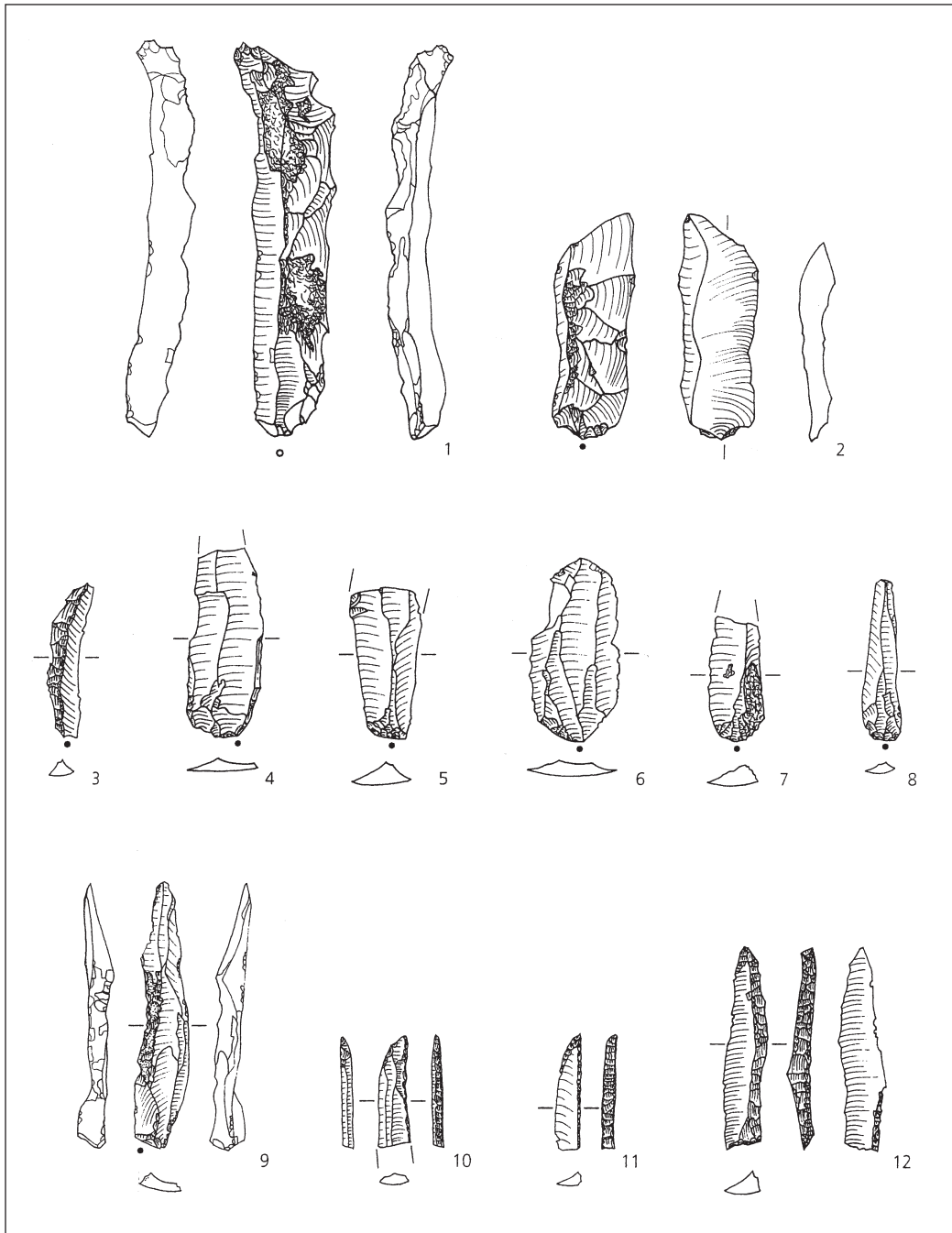
Die jüngsten Grabungsfunde sind dem Kalkabbau in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zuzurechnen. In erster Linie sind dies Scherben von rotbraun glasierten Wasserflaschen, hölzerne Schwellen eines Lorenweges und Eisengegenstände wie Schwelennägel und ein stark abgenutzter Spaltkeil. Diese industriegeschichtlichen Zeugnisse stehen gleichermaßen für das Ende einer romantischen Naturlandschaft wie für den Anschluss der strukturschwachen Region an die industrielle Revolution.

Die Zeit vor dem Kalkabbau wird unter anderem repräsentiert durch Reste von salzglasierten blau bemalten Krügen, rotbraun glasierten Wasserflaschen sowie Tonpfeifen. Besonders auffällig ist eine 12,5 cm durchmessende, innen rot-grün-blau getupfte Porzellanschale, die neben den Krugfragmenten an die Feierlichkeiten u. a. der Düsseldorfer Malerschule erinnert.

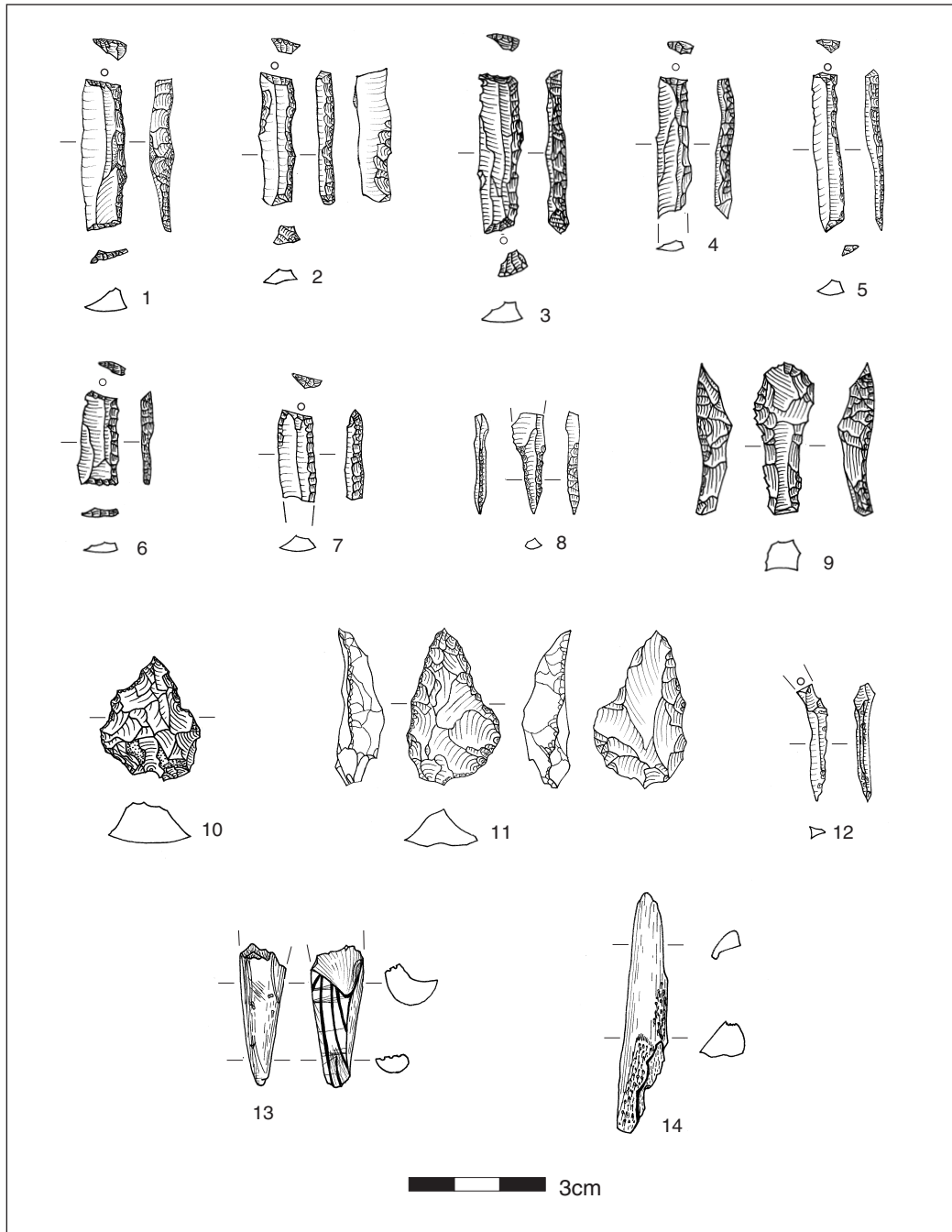
### Paläolithische Artefakte

Aus den Sedimenten des Höhlenkomplexes Feldhofer Kirche / Kleine Feldhofer Grotte liegen sowohl mittel- als auch jungpaläolithische Steinartefakte vor. Diese werden durch Susanne Feine und K. Felix Hillgruber im Rahmen ihrer Magisterarbeiten an der Universität Tübingen ausgewertet (Feine 2003; Hillgruber 2003).

Das Jungpaläolithikum ist ein Gravettien mit Kernkantenklingen, doppelt endretuschierten Rückenmessern, Gravettespitzen, Font-Robert-Spitzen, Bec, Pointe à face plane, Stacheln und Fragmenten von Spitzen aus Knochen und Elfenbein (Abb. 5-6).



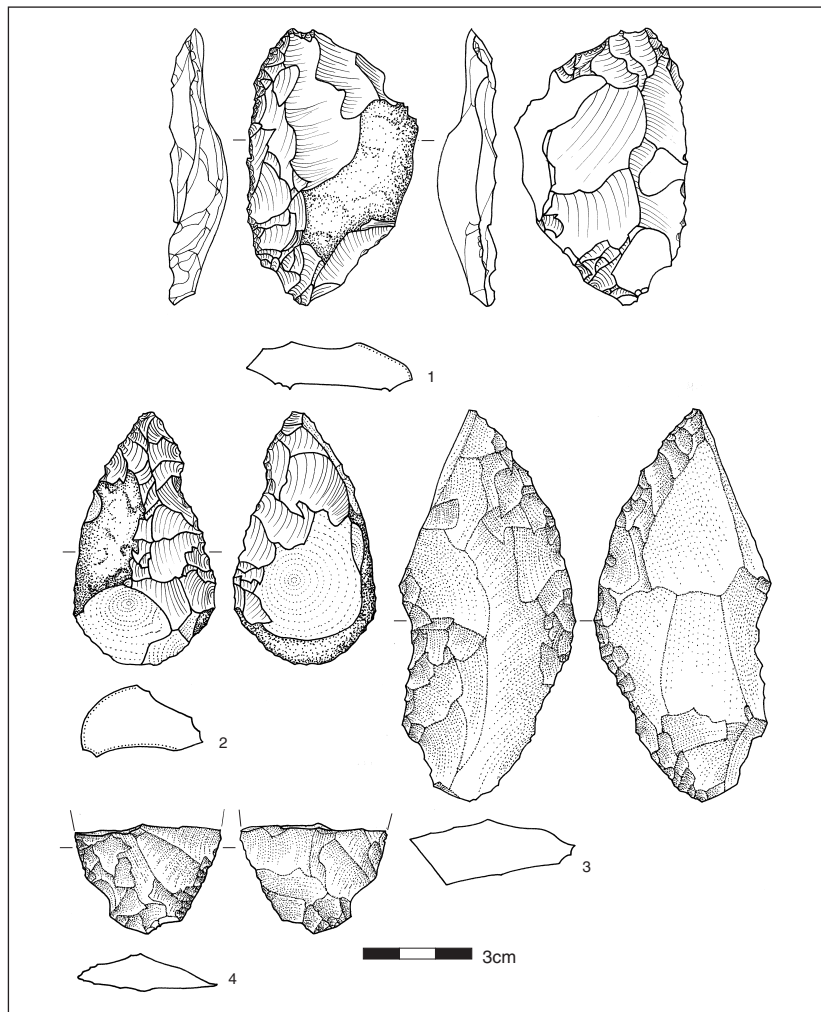
**Abb. 5:** Jungpaläolithische Artefakte. 1-3 Kernkantenklingen; 4-9 Klingen; 10-12 Gravettespitzen. (Archiv Projekt Neandertal. Zeichnungen Susanne Feine, Universität Tübingen).



**Abb. 6:** Jungpaläolithische Artefakte. 1-7 Rückenmesser; 8 Basales Fragment einer Font-Robert-Spitze; 9 Umgearbeitete Font-Robert-Spitze? 10 Bec; 11 Pointe à face plane; 12 Stichelabfall; 13-14 Fragmente von Knochenspitzen. (Archiv Projekt Neandertal. Zeichnungen Susanne Feine, Universität Tübingen).

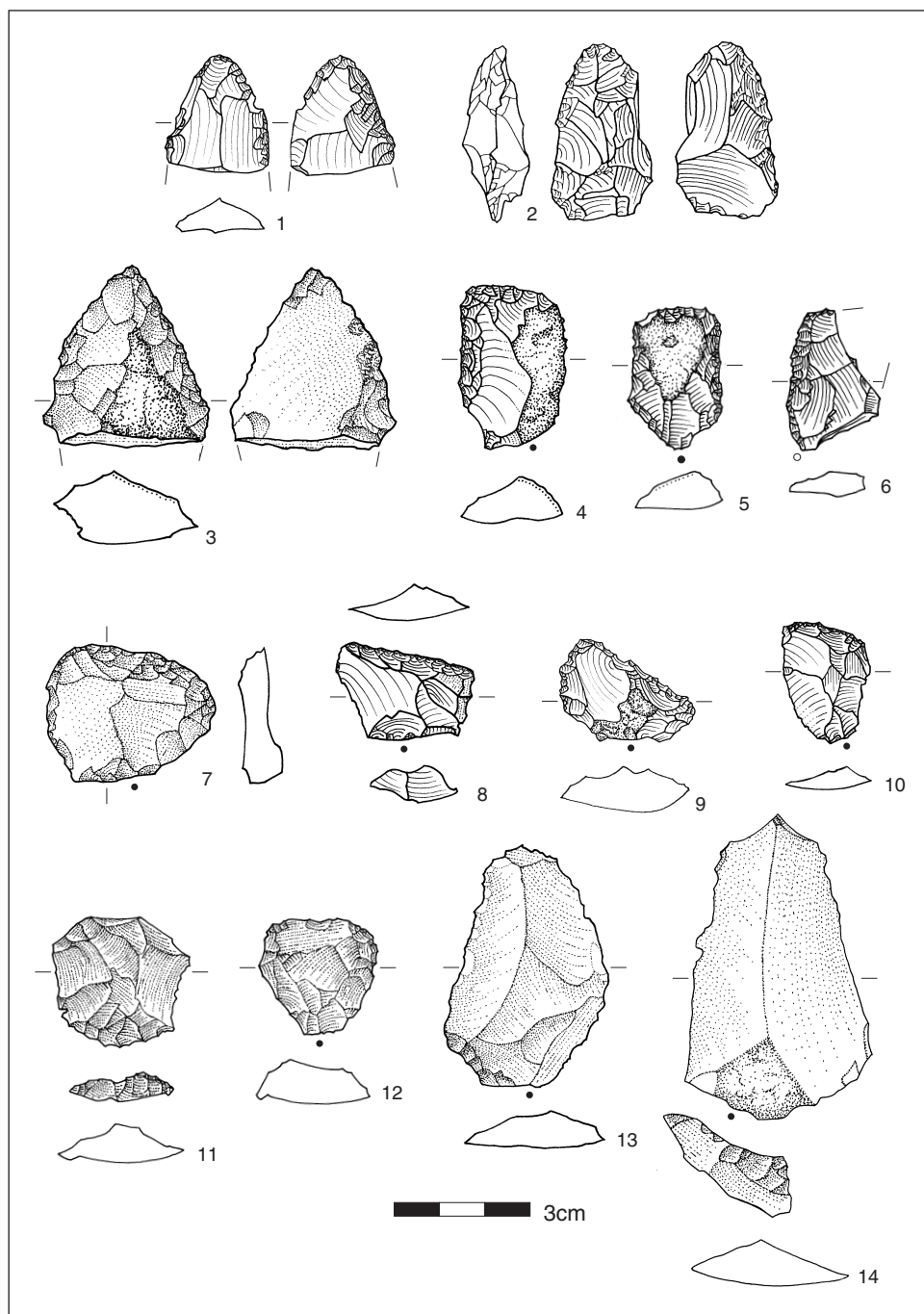
Grundformproduktion, Fertigung und Nacharbeitung von Typen sind durch Kerne, Abschläge, Klingen, Lamellen, sowie Absplisse belegt. Bei der Herstellung der Artefakte griff man in starkem Umfang auf nordeuropäischen Geschiebefeuersstein zurück. Dieser war in den rund 30-40 Kilometer nördlich gelegenen Schottern der rechtsrheinischen Zuflüsse des Rheins in Form bis zu 20 cm durchmessender Knollen sehr guter Qualität leicht zugänglich.

Dem Mittelpaläolithikum zuzurechnen sind bifaziale Schaber, ein Keilmesser, umgearbeitete bifaziale Geräte und Bruchstücke solcher Formen, das Fragment einer Blattspitze oder die abgebrochene Spitze eines Faustkeilblattes, eine Spitze sowie verschiedene unifaziale Schaber und kleine Rundkratzer („Groszaki“) (Abb. 7-9).



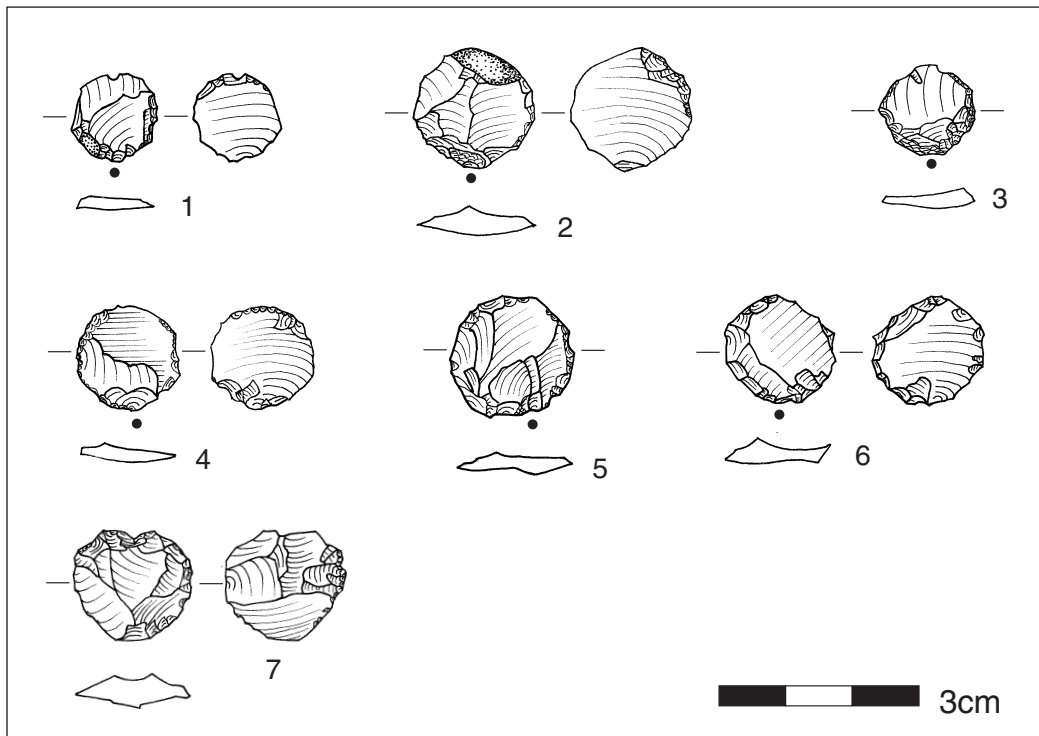
**Abb. 7:** Mittelpaläolithische Artefakte. 1 Bifazialer Schaber; 2 Keilmesser; 3 Umgearbeitetes bifaziales Gerät; 4 Fragment einer Blattspitze oder Spitze eines Faustkeilblattes. (Archiv Projekt Neandertal. Zeichnungen Susanne Feine, Universität Tübingen).





**Abb. 8:** Mittelpaläolithische Artefakte. 1-2 Fragmente bifazialer Geräte; 3 Spitze; 4-10 Schaber; 11-14 Abschläge. (Archiv Projekt Neandertal. Zeichnungen Susanne Feine, Universität Tübingen).

Derartige Stücke lassen sich zwanglos den Keilmessergruppen zuordnen; beispielsweise haben die Groszaki gute Parallelen im Fundhorizont 7a der Kulna-Höhle im Mährischen Karst (Valoch 1988) oder im G-Schichtenkomplex der bayrischen Sesselfels-grotte (Richter 1997). Bei der Grundformproduktion und Fertigung der Geräte fanden in starkem Umfang lolaler Tertiärquarzit, daneben unterschiedliche Feuersteinvarietäten und Kieselschiefer Verwendung.



**Abb. 9:** Mittelpaläolithische Artefakte. 1-7 Rundkratzer („Groszaki“). (Archiv Projekt Neandertal. Zeichnungen Susanne Feine, Universität Tübingen).

### Menschliche Skelettreste

Aus beiden Grabungskampagnen stammen über 60 menschliche Knochenfragmente und Zähne, die durch Fred H. Smith, Loyola University of Chicago, anthropologisch bearbeitet und erstbeschrieben wurden (Schmitz u. a. 2002). Drei dieser Stücke lassen sich direkt an das Skelett von 1856 ansetzen:

- ein 1997 entdecktes Stück des Condylus lateralis des linken Femur (Abb. 10)
- ein 2000 ergrabenes linkes Os zygomaticum (Abb. 11)
- ein 2000 geborgenes Stück des rechten Os temporale (Abb. 12).

Neben diesen Fragmenten liegt ein rechtes Os ischium vor, dessen Morphologie und Abmessungen die Zuordnung zu Neandertal 1 gesichert erscheinen lassen. Weitere



**Abb. 10:** Distaler Abschnitt des linken Femur von 1856 mit anpassendem Stück des Condylus lateralis von 1997. (Archiv Projekt Neandertal. Photo: F. Willer, Rheinisches Landesmuseum Bonn.)



**Abb. 11:** Calotte von 1856 mit anpassendem Os zygomaticum aus der Grabung 2000. (Archiv Projekt Neandertal. Photo: S. Taubmann, Rheinisches Landesmuseum Bonn.)



**Abb. 12:** Calotte von 1856 mit anpassendem Fragment des rechten Os temporale. (Archiv Projekt Neandertal. Photo: R. W. Schmitz).

Fundstücke, hierunter ein Halswirbel und einige weitere Wirbelfragmente, Hand- und Fußknochen dürften aufgrund ihrer Robustheit ebenfalls zu diesem kräftigen, männlichen Neandertaler gehören.

Fuhlrott ging in seinen ersten Publikationen zum Neandertaler-Fund davon aus, dass in der Kleinen Feldhofer Grotte ehemals ein weitgehend komplettes Skelett vorhanden war und die fehlenden Teile durch Unachtsamkeit der Steinbrucharbeiter verloren gingen. Diese These wird sowohl durch die Verteilung der 1856 und 1997 / 2000 gefundenen Knochen über den gesamten Körper als auch den exzellenten Erhaltungszustand der Stücke bestätigt. Kurioserweise verdanken wir den einzigen direkten Beleg für ein Skelett im anatomischen Verband den Steinbrucharbeitern: Das Caput femoris des linken Femur und der Rand des Acetabulum des linken Os ilium zeigen Absplitterungen durch denselben Werkzeughieb, der das artikuliert Gelenk beim Entfernen des Sedimentes aus der Höhle traf. Insgesamt ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die Knochenreste von Neandertal 1 aus einem zuvor intakten Grab stammen.

Nach den aktuellen Untersuchungen handelt es sich bei dem 1997 entdeckten Individuum Neandertal 2 ebenfalls zweifelsfrei um einen adulten Neandertaler (Schmitz u. a. 2002). Allerdings war dieser Mensch kleiner und graziler als Neandertal 1; es ist denkbar, jedoch noch nicht belegt, dass es sich dabei um eine Frau handelt. Bisher ist dieses

Individuum mit Fragmenten des rechten Humerus, beider Ulnae, einigen Fingerknochen und Halswirbeln wesentlich unvollständiger als Neandertal 1.

Die Zuordnung der meisten Humanfossilien zu einem der beiden Individuen ist derzeit noch nicht möglich: Vom cranialen Skelett liegen drei weitere Schädelteile sowie Zähne und zwei Unterkieferfragmente vor, postcraniale Skelettelemente sind durch Teile von Wirbeln, Rippen, Hand- und Fußknochen sowie fünf Tibia-Fragmente vertreten.

Da keines der Skelettelemente dreifach vertreten ist, fehlt bisher der Hinweis auf ein drittes erwachsenes Individuum. Auch erbrachten die anthropologischen Analysen des Fundmaterials keinerlei Hinweis auf eine Vermischung mit Skeletteilen eines anatomisch modernen Menschen.

Die Entdeckung von Neandertal 2 warf auch die Frage auf, ob die unsachgemäße Bergung 1856 zu einer Vermischung von Neandertal 1 und 2 geführt haben kann und sich demzufolge das Typusexemplar von *Homo neanderthalensis* aus Skelettelementen beider Individuen zusammensetzt.



**Abb. 13:** Menschlicher Milch-Molar aus der Grabung 2000. (Archiv Projekt Neandertal. Photo: H. Jensen, Universität Tübingen).



Für die Zugehörigkeit der Knochen von Neandertal 1 zu einem Individuum und damit gegen eine Vermischung sprechen

- das Fehlen doppelter Stücke bei der Bergung 1856;
- die deutlich unterschiedliche Robustheit der Knochen von Neandertal 1 und 2;
- die zueinander passenden Abmessungen der Skelettelemente von 1856;
- die durch anatomische und pathologische Untersuchungen der Gelenke belegte Zusammengehörigkeit der entsprechenden Knochen;
- ein logischer Zusammenhang der Entwicklung der beiden Arme: Untersuchungen des Pathologen Michael Schultz, Universität Göttingen, belegten, dass der Bruch des linken Armes im Ellenbogenbereich zu einer eingeschränkten Beweglichkeit und damit einhergehendem Knochenabbau in den zwei erhaltenen Knochen (Humerus, Ulna) führte. Parallel hierzu zeigen die drei überlieferten rechten Armknochen (Humerus, Ulna, Radius) eine überdurchschnittliche Kräftigung der Knochensubstanz.

Neben den erwachsenen Individuen Neandertal 1 und 2 liegt ein auf natürlichem Wege ausgefallener Milch-Molar vor (Abb. 13). Weitere Zähne oder Knochenreste eines Kindes sind nicht in Erscheinung getreten. Rein hypothetisch könnte der Milchmolar aus einem früheren Lebensabschnitt von Neandertal 1 oder 2 stammen; ungleich wahrscheinlicher ist jedoch, dass er auf ein drittes Individuum zurückzuführen ist.

### Genetische Analysen

Seit Beginn der Neandertalerforschung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ist die Frage nach der Verwandtschaft von Neandertalern und anatomisch modernen Menschen heftig umstritten. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts kristallisierten sich zwei Modelle heraus, welche die Herkunft des modernen Menschen und die Frage, ob die Neandertaler Vorfahren des heutigen Menschen sind, unterschiedlich beantworten.

Die Vertreter des "Out of Africa"-Modells sehen die Entwicklung des anatomisch modernen Menschen aus dem Formenkreis *Homo erectus* / *Homo heidelbergensis*. Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Entwicklung nur in Afrika vollzog. In der Folgezeit soll sich der anatomisch moderne Mensch über die gesamte alte Welt verbreitet und dabei alle lokalen Populationen abgelöst haben. Für Europa würde dies bedeuten, dass die hier aus Menschen des Typs *Homo heidelbergensis* entstandenen und ansässigen Neandertaler von den Neuankömmlingen ersetzt worden sind. Dass es während dieses Ablösungsprozesses durchaus zu einem gewissen Genfluss zwischen Neandertalern und anatomisch modernen Menschen gekommen ist, wird mittlerweile von den meisten Befürwortern dieses Modells angenommen (Bräuer u. Stringer 1997; Bräuer 2001). In diese Richtung tendiert auch das „Assimilationsmodell“ von F. H. Smith (Churchill und Smith 2000: 107-108).

Die Vertreter des „Multiregionalen Modells“ gehen hingegen von einer sehr starken Beteiligung der einheimischen europäischen und asiatischen Populationen an der Herausbildung des heutigen Menschen aus. Demzufolge wären die Neandertaler neben den aus Afrika eingewanderten anatomisch modernen Menschen gleichberechtigte Vorfahren des heutigen Menschen (Wolpoff u. a. 1994; Wolpoff und Caspari 1997; Wolpoff u. a. 2000).

Bedingt durch die rasante Entwicklung der Molekularbiologie war es bereits in den 1980er Jahren möglich geworden, das Verwandtschaftsverhältnis ausgestorbener Tierarten mittels Gen-Analysen zu beleuchten. Anfang der 90er Jahre wurde auch das Neandertaler-Problem an die junge Disziplin der Paläogenetik herangetragen. Die entsprechenden Untersuchungen an Neandertaler-Fossilien gestalteten sich ungleich problematischer, was in erster Linie auf die altersbedingt oft sehr schlechte Erhaltung der DNA in der Knochensubstanz zurückzuführen ist. Es zeichnete sich ab, dass mit den seinerzeit verfügbaren Methoden, wenn überhaupt, nur Fossilien mit einem exzellenten Erhaltungszustand für eine Analyse geeignet sein würden.

Ausgehend von diesen Voraussetzungen erfolgten nach langwierigen Voruntersuchungen bezüglich der ehemaligen Einbettungsbedingungen im Sediment und des Erhaltungszustandes der Skelettreste im Rahmen der Neubearbeitung von Neandertal 1 auch genetische Untersuchungen. Die hierzu notwendige, nach Recherchen und Gutachten entnommene Probe stammte aus dem rechten Humerus, der durch seine bereits erwähnte Überbeanspruchung eine deutliche Verdickung und Verdichtung der Knochensubstanz aufweist. Die anschließenden Analysen konzentrierten sich auf die nur mütterlicherseits vererbte DNA der Mitochondrien. Diese mitochondriale DNA (mtDNA) ist beim heutigen Menschen vollständig erforscht; daher können bestimmte, für die Untersuchung von verwandtschaftlichen Beziehungen relevante Abschnitte (Hypervariable Region 1 und Hypervariable Region 2) gezielt aufgesucht werden. Ein weiterer, entscheidender Vorteil der mtDNA gegenüber der DNA des Zellkernes ist die je nach Zelltyp bis zu einigen tausend reichende Anzahl von Mitochondrien pro Zelle, wodurch die Chancen der Erhaltung von aussagekräftigen Abschnitten der mtDNA entsprechend größer sind. Im Herbst 1996 gelang es den am Projekt mitwirkenden Genetikern Matthias Krings und Svante Pääbo, damals Universität München, einen Abschnitt der Hypervariablen Region 1 der mtDNA des namengebenden Neandertalers zu gewinnen.

Diese erste DNA-Sequenz eines Neandertalers unterscheidet sich signifikant vom entsprechenden Abschnitt der mtDNA heutiger Menschen: Vergleicht man jeweils zwei heute auf der Erde lebende Menschen miteinander, so weisen die beiden Individuen unabhängig von ihrer geographischen Herkunft eine Abweichung von acht Sequenz-Bausteinen auf. Der Vergleich von Neandertal 1 mit heutigen Menschen ergab hingegen eine durchschnittliche Abweichung auf 27 Positionen der Hypervariablen Region 1. Dies wird als Indiz dafür gewertet, dass die Neandertaler nicht zur mtDNA des heutigen Menschen beigetragen haben und somit nicht unsere Vorfahren sind. Auch ist Neandertal 1 genetisch von den Menschen aller Kontinente gleich weit entfernt und zeigt keine größere Nähe zu den heutigen Europäern. Somit stützen die Untersuchungsergebnisse das Out of Africa-Modell, während zu den Postulaten des Multiregionalen Modells ein klarer Widerspruch besteht (Krings u. a. 1997; Krings 1998; Schmitz und Krainitzki 1998). In den Folgejahren war es möglich, das Ergebnis sowohl durch Analysen der Hypervariablen Region 2 des namengebenden Neandertalers (Krings u. a. 1999) als auch die Untersuchung anderer Neandertaler zu erhärten (Tab. 1).

Ein methodisch abweichendes, auf die Hybridisierung von Kern-DNA ausgerichtetes Verfahren stützt nach der vergleichenden Untersuchung zweier Neandertaler von Warendorf-Neuwarendorf und Krapina sowie einem fossilen anatomisch modernen Menschen aus der Vogelherd-Höhle im Schwäbischen Jura und heutiger menschlicher DNA ebenfalls die These, dass die Neandertaler nicht zum Genom des heutigen Menschen beigetragen haben (Scholz u. a. 2000a; b).

Fossil	<sup>14</sup> C-Alter, Jahre BP	Untersuchte Sequenzabschnitte	Abw. v. d. mod. HVR 1	Erstveröffentlichung
Neandertal 1	39 900 ± 620 (ETH-20981)	Hypervariable Region 1 (379 Basenpaare); Hypervariable Region 2 (340 Basenpaare)	27	Krings u. a. 1997; Krings u. a. 1999
Mezmaiskaya-Kind (Kaukasus)	29 195 ± 965 (Ua-14512)	Hypervariable Region 1 (345 Basenpaare)	22	Ovchinnikov u. a. 2000
Vindija 75-G3/h-203 (Kroatien)	~ 42 000 BP (Ua-13873)	Hypervariable Region 1 (357 Basenpaare); Hypervariable Region 2 (288 Basenpaare)	24	Krings u. a. 2000a
Neandertal 2	39 240 ± 670 (ETH-19660)	Hypervariable Region 1 (357 Basenpaare)	23	Schmitz u. a. 2002
Paglicci-25 (Italien)	23 000 ± 350 (Univ. Firenze)	Hypervariable Region 1 (360 Basenpaare)	0	Caramelli u. a. 2003
Paglicci-12 (Italien)	24 720 ± 429 (Univ. Firenze)	Hypervariable Region 1 (360 Basenpaare)	1	Caramelli u. a. 2003

**Tabelle 1:** Erfolgreiche Sequenzanalysen an vier Neandertalern und zwei zeitlich nachfolgenden anatomisch modernen Menschen seit 1997.

Unter den sequenzanalysierten Fossilien befindet sich auch Neandertal 2, dessen mtDNA im Jahr 2000 durch David Serre und Svante Pääbo vom Max Planck Institut für Evolutionäre Anthropologie in Leipzig gewonnen werden konnte (Schmitz u. a. 2002). Die wesentlichen, dabei erzielten Resultate sind:

- Die Sequenz dieses Fossils zeigt drei Abweichungen gegenüber der Sequenz von Neandertal 1; dies bedeutet, dass die beiden Individuen mütterlicherseits nicht verwandt sind.
- Im Vergleich mit der Referenzsequenz des heutigen Menschen zeigt dieser Neandertaler 23 Abweichungen und fällt damit in den gleichen Rahmen wie Neandertal 1, Mezmaiskaya und Vindija.
- Die Sequenz von Neandertal 2 zeigt drei Abweichungen zu Neandertal 1, aber nur eine Abweichung zum Fossil aus Vindija. Dies legt den Gedanken nahe, dass die mtDNA der Neandertaler keine ausgeprägten regionalen Gruppierungen aufweist.

Nach derzeitigem Kenntnisstand scheint die Variationsbreite der mtDNA bei den Neandertalern ebenso gering zu sein wie dies bei den heutigen Menschen der Fall ist. Dies könnte dafür sprechen, dass die Neandertaler in ihrer Vergangenheit bis auf eine relativ kleine Restpopulation geschrumpft waren, die dann zur Keimzelle einer erneuten Ausbreitung wurde. Ein ähnlicher Einschnitt ("bottleneck") wird auch als Ursache für die ebenfalls geringe genetische Variationsbreite des modernen Menschen diskutiert.

Es liegt auf der Hand, dass die Absicherung der Resultate und Verbesserung der statistischen Basis nicht ohne weitere Untersuchungen an anderen Neandertalern denkbar ist. Sinnvoll wäre es, dabei die gesamte zeitliche Tiefe und geographische Verbreitung der weichselzeitlichen Neandertaler zu berücksichtigen. Analysen an prä-weichselzeitlichen Hominiden sind aufgrund des fortschreitenden Abbaus der DNA mit den heutigen Methoden nicht durchführbar.

Ein offensichtliches Problem der Untersuchungen war lange Zeit die Tatsache, dass alle Sequenzanalysen stets Neandertaler und heutige Menschen miteinander verglichen. Es besteht aber durchaus auch ohne Genfluss die Möglichkeit einer größeren Übereinstimmung zwischen Neandertalern und zeitgleichen anatomisch modernen Menschen als zwischen Neandertalern und heutigen Menschen. Auch könnte ein potentieller genetischer Beitrag der Neandertaler zum Genom des anatomisch modernen Menschen seit dem Verschwinden der Neandertaler vor rund 30 000 Jahren wieder verlorengegangen sein.

Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit der Untersuchung anatomisch moderner Menschen aus dem räumlichen und zeitlichen Umfeld der Neandertaler. Allerdings stellt die Gefahr der Kontamination von Proben mit rezenter DNA das größte Problem bei der Untersuchung fossiler anatomisch moderner Menschen dar: Eine Sequenz eines solchen Fossils wäre nur dann anhand einer einzelnen Probe als endogen zu identifizieren, wenn sie sehr deutliche Abweichungen von den Sequenzen heutiger Menschen aufweist. Innerhalb der Variationsbreite des heutigen Menschen liegende Sequenzen wären hingegen mit der üblichen Vorgehensweise nicht sicher als endogen zu verifizieren. Ein m. E. gangbarer Weg wäre die unter sterilen Bedingungen durchgeführte Probenentnahme aus mehreren unterschiedlichen Knochen des Individuums mit anschließender, paralleler Analyse jeder Probe in zwei Labors. Unabdingbar ist weiterhin, dass die entsprechenden DNA-Sequenzen des beteiligten Personals bekannt sind und somit gegebenenfalls von den weiteren Analyseschritten ausgeschlossen werden können. Eine unter diesen Voraussetzungen aus mehreren Knochen eines Individuums identisch gewonnene DNA-Sequenz hätte eine hohe Wahrscheinlichkeit, tatsächlich das fossile Individuum zu repräsentieren.

Dieser bereits unmittelbar nach den Analysen der ersten Neandertaler DNA-Sequenz erhobenen Forderung nach Sequenzanalysen an zeitgleichen oder dicht auf die Neandertaler folgenden Fossilien anatomisch moderner Menschen ist im Mai 2003 durch die sorgfältige Studie eines italienisch-spanischen Teams entsprochen worden: An zwei 23 000 bzw. 25 000 Jahre alten Fossilien von anatomisch modernen Cro-Magnon Menschen aus der Paglicci-Höhle in Süditalien gelang es, Analysen der Hypervariablen Region 1 durchzuführen. Dabei zeigte sich, dass die Sequenzen deutlich in die Variationsbreite heutiger Menschen fallen, hingegen zu den Neandertalern Neandertal 1 und 2, Mezmaiskaya und Vindija gravierende Unterschiede bestehen (Caramelli u. a. 2003) (Tab. 1).

Sollten künftige Analysen an weiteren fossilen anatomisch modernen Menschen dieses Bild wiederholt bestätigen, so dürfte es schwerfallen, das primär berechnete, aber m. E. oft zu pauschal formulierte Argument der Kontamination mit heutiger DNA länger zur grundlegenden Diskreditierung solcher Analysen heranzuziehen. Sorgfältige Laborarbeit vorausgesetzt, wird mit jeder in die Variationsbreite heutiger Menschen fallenden Sequenz eines anatomisch modernen Menschen aus dem Zeitraum von etwa 35 000 bis 20 000 BP die Wahrscheinlichkeit eines genetischen Beitrages der Neandertaler zu diesen Populationen geringer. Bedauerlicherweise ist das als Mischling kontrovers diskutierte, etwa 24 000 - 25 000 Jahre alte Kinderskelett aus dem portugiesischen Lapedo-Tal für eine genetische Untersuchung zu schlecht erhalten (pers. Mitteilung Joao Zilhao, Univ. Lissabon 2002).

Zukünftig wird auch die methodisch wesentlich schwierigere Sequenzierung von Zellkern-DNA aus dem Knochenmaterial von Neandertalern und fossilen anatomisch modernen Menschen wichtige Aufschlüsse zum entsprechenden Verwandtschaftsverhältnis erbringen.

Bei allen Vorhaben ist jedoch zu bedenken, dass die Überlieferung von DNA über derart lange Zeiträume von aussergewöhnlichen Erhaltungsbedingungen abhängt. Dies impliziert, dass lediglich ein Teil der vorhandenen Fossilien entsprechende Resultate zu liefern imstande ist (Poinar 1996; Schmitz und Krainitzki 1998; Tschentscher u. a. 2000; Krings u. a. 2000b). Mit dem weniger zeit- und kostenintensiven Hybridisierungs-Verfahren (Scholz u. a. 2000a; b) wären Reihenuntersuchungen an morphologisch unbestimmten menschlichen Fossilien denkbar; sollte sich die durch Scholz u. a. 2000: 1931-1932 erörterte These einer Wirksamkeit dieses Verfahrens bei Fossilien älter 100 000 Jahren bewahrheiten, so stünde damit erstmals ein Instrument zur genetischen Untersuchung auch mittelpleistozäner Hominiden zur Verfügung. Insgesamt betrachtet sind die Möglichkeiten des jungen Feldes der Paläo-Genetik bei weitem noch nicht ausgeschöpft, und es wird Aufgabe der Archäologie des Eiszeitalters wie auch der Paläoanthropologie sein, die Resultate gemeinsam mit den Genetikern in das große Puzzle „früher Mensch und Umwelt“ zu integrieren.

### Chronologische Einstufung

Zur Altersbestimmung der Menschenreste aus dem Neandertal führte Georges Bonani, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich,  $^{14}\text{C}$ -AMS-Untersuchungen direkt an den Fossilien durch. Die bisherigen Analysen erstreckten sich auf den rechten Humerus von Neandertal 2 (ETH 19660), den rechten Humerus des bis dahin noch immer undatierten Neandertaler-Typusexemplares (ETH 20981) und ein noch nicht zugeordnetes Tibiafragment (ETH 19661) (Tab. 2). Da man den Neandertaler-Fund wiederholt mit Lack behandelt hatte, war zunächst die Frage einer Kontamination der Knochensubstanz und damit der Durchführbarkeit einer Datierung abzuklären. Recherchen und mikroskopische Untersuchungen der Präparatorin des Projektes, Heike Krainitzki von der Höheren Berufsfachschule für präparationstechnische Assistenten, Bochum, und Analysen der zu histologischen Untersuchungen angefertigten Knochendünnschliffe durch Michael Schultz ergaben keine Hinweise auf eine Durchtränkung des Knochenmaterials mit Leim oder Lack, sondern erwiesen die Beschränkung der Lacke auf die Knochenoberflächen. Um ein Durchbohren des Oberflächenlackes und damit eine Verunreinigung der Probe zu umgehen, erfolgte die Beprobung der kompakten Knochensubstanz des rechten Humerus mit einem kleinen Kernbohrer horizontal, ausgehend von der Probenentnahmestelle für Histologie und DNA-Analysen (Schmitz u. a. 2002).

Labornummer	$^{14}\text{C}$ -Alter, Jahre BP
ETH-19660	39 240 ± 670
ETH-19661	40 360 ± 760
ETH-20981	39 900 ± 620

**Tabelle 2**  $^{14}\text{C}$ -Daten an Neandertaler-Fossilien aus dem Neandertal.



Durch die gewonnenen Ergebnisse werden einerseits die Fossilien Neandertal 1 und 2, andererseits die entsprechenden DNA-Sequenzen chronologisch auf ~ 40 000 Radiokohlenstoffjahre BP fixiert.

Bemerkenswerterweise erbrachten die Höhlen des Schwäbischen Jura, insbesondere das Geißenklösterle, Horizont III, ein in denselben, durch  $^{14}\text{C}$ - und Thermolumineszenz-Daten abgesteckten groben Zeitrahmen fallendes, voll entwickeltes Aurignacien mit entsprechender lithischer und organischer Technologie sowie der Präsenz von Schmuck (Conard und Bolus 2003; Richter u. a. 2000). Zwar ist eine derart frühe Anwesenheit des anatomisch modernen Menschen in Europa bisher nicht durch Fossilien belegt (Churchill und Smith 2000: 61), doch ist das frühe Aurignacien des Schwäbischen Jura sehr wahrscheinlich auf den anatomisch modernen Menschen zurückzuführen (Conard und Bolus 2003; Bolus 2001: 27-30).

An diesem Punkt kommt eines der aktuellsten und folgenschwersten Probleme der Urgeschichtsforschung ins Spiel: Unglücklicherweise war die Produktion von  $^{14}\text{C}$  und damit der globale  $^{14}\text{C}$ -Haushalt im Zeitraum zwischen etwa 50 000 und 30 000 Jahren erheblichen Schwankungen unterworfen (Voelker u. a. 2000; Beck u. a. 2001). Diese erschweren es sehr, unterschiedliche hohe  $^{14}\text{C}$ -Alter miteinander in Beziehung zu setzen, denn datierte Fundstücke können, je nachdem ob sie aus einer Phase höheren oder geringeren  $^{14}\text{C}$ -Anteils am Kohlenstoffhaushalt stammen, entweder jünger oder älter erscheinen als sie tatsächlich sind. Hieraus ergibt sich die zwingende Notwendigkeit der unabhängigen Überprüfung von  $^{14}\text{C}$ -Daten, beispielsweise durch die im Falle des Geißenklösterle angewendete Thermolumineszenz-Methode (Richter u. a. 2000; Conard u. Bolus 2003).

Für das Neandertal stehen bisher lediglich  $^{14}\text{C}$ -Daten zur Verfügung, so dass noch unklar ist, inwieweit die gewonnenen Daten zu korrigieren sind. Für den Augenblick jedoch ist es eine reizvolle Arbeitshypothese, dass zur Zeit des frühesten schwäbischen Aurignacien in der Niederrheinischen Bucht und den angrenzenden Mittelgebirgen noch Neandertaler lebten.

Die Grabungen im Neandertal finanzierten sich aus Zuschüssen und Spenden des Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes NRW, der Deutschen Stiftung Denkmalschutz, des Verlagshauses Gruner & Jahr (Hamburg), der Leakey-Foundation (USA), Fam. Hillgruber (Hamburg) und H.-W. Bungartz, Jüchen. Die aktuellen Arbeiten im Rahmen des Projektes Neandertal werden finanziert durch das Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes NRW. Der Dank an die fördernden Institutionen und Personen schließt auch die Alexander von Humboldt Stiftung für die Unterstützung der Arbeiten von F. H. Smith ein.

Für Informationen und die Diskussion der Geißenklösterle-Daten danke ich meinen Kollegen Nicholas J. Conard und Michael Bolus.

### Literatur

- BECK, J. WARREN, DAVID A. RICHARDS, R. LAWRENCE EDWARDS, BERNARD W. SILVERMAN, PETER L. SMART, DOUGLAS J. DONAHUE, SOFIA HERERRA-OSTERHELD, GEORGE S. BURR, LEAL CALSOYAS, A. J. TIMOTHY JULL, AND DANA BIDDULPH. 2001. Extremely large variations of atmospheric  $^{14}\text{C}$  concentration during the Last Glacial period. *Science* 292: 2453-2458.
- BOLUS, MICHAEL. 2001. Das späte Mittelpaläolithikum und der Übergang zum Jungpaläolithikum in

- Europa (mit besonderer Berücksichtigung Mitteleuropas). Habilitationsschrift. Tübingen: Geowissenschaftliche Fakultät der Eberhard Karls Universität.
- BONGARD, JOHANN HEINRICH. 1835. Wanderung zur Neandershöhle. Eine topographische Skizze der Gegend von Erkrath an der Düssel. Düsseldorf: Arnz & Comp.
- BRÄUER, G. 2001. „Zum Ursprung des modernen Menschen - Modelle und neue Forschungsergebnisse“, in Homo - unsere Herkunft und Zukunft. Proceedings 4. Kongress der Gesellschaft für Anthropologie. Hrsg. von M. Schultz, K. Atzwanger, G. Bräuer, K. Christiansen, J. Forster, H. Greil, W. Henke, U. Jaeger, C. Niemitz, C. Scheffler, W. Schiefenhövel, I. Schröder und I. Wiechmann, S. 18-26. Göttingen: Cuvillier.
- BRÄUER, G. AND C. B. STRINGER. 1997. „Models, Polarization and Perspectives on Modern Human Origins“, in Conceptual issues in Modern Human Origins Research. Edited by G. A. Clark and C. M. Willermet, pp. 191-201. New York: Aldine de Gruyter.
- CARAMELLI, DAVID, CARLES LALUEZA-FOX, CRISTIANO VERNESI, MARTINA LARI, ANTONELLA CASOLI, FRANCESCO MALLEGNI, BRUNETTO CHIARELLI, ISABELLE DUPANLOUP, JAUME BERTRANPETIT, GUIDO BARBUJANI, AND GIORGIO BERTORELLE. 2003. Evidence for a genetic discontinuity between Neandertals and 24,000-year-old anatomically modern Europeans. Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 100: 6593-6597.
- CHURCHILL, STEVEN E. AND FRED H. SMITH. 2000. Makers of the early Aurignacien of Europe. Yearbook of Physical Anthropology 43: 61-115.
- CONARD, NICHOLAS J. AND MICHAEL BOLUS. 2003. Radiocarbon dating the appearance of modern humans and timing of cultural innovations in Europe: new results and new challenges. Journal of Human Evolution 44: 331-371.
- FEINE, SUSANNE C. 2003. Die jungpaläolithischen Steinartefakte aus den wiederentdeckten Höhlensedimenten von 1856 im Neandertal. Magisterarbeit. Tübingen: Geowissenschaftliche Fakultät der Eberhard Karls Universität (in Vorb.).
- FUHLROTT, JOHANN CARL. 1859. Menschliche Ueberreste aus einer Felsengrotte des Düsselthals. Ein Beitrag zur Frage über die Existenz fossiler Menschen. Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westphalens 16: 131-153 + Taf. I.
- HILLGRUBER, K. FELIX. 2003. Die mittelpaläolithischen Artefakte der Fundstelle Neandertal. Material aus den wiederentdeckten Sedimenten von 1856. Magisterarbeit. Tübingen: Geowissenschaftliche Fakultät der Eberhard Karls Universität (in Vorb.).
- KING, WILLIAM. 1864. The Reputed Fossil Man of the Neanderthal. The Quarterly Journal of Science 1: 88-97.
- KRINGS, MATTHIAS. 1998. Neandertaler DNA-Sequenzen und der Ursprung des modernen Menschen. München: Utz.
- KRINGS, MATTHIAS, ANNE STONE, RALF W. SCHMITZ, HEIKE KRAINITZKI, MARK STONEKING, AND SVANTE PÄÄBO. 1997. Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans. Cell 90: 19-30.
- KRINGS, MATTHIAS, HELGA GEISERT, RALF W. SCHMITZ, HEIKE KRAINITZKI, AND SVANTE PÄÄBO. 1999. DNA sequence of the mitochondrial hypervariable region II from the Neandertal type specimen. Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 96: 5581-5585.
- KRINGS, MATTHIAS, CHRISTIAN CAPELLI, FRANK TSCHENTSCHER, HELGA GEISERT, SONJA MEYER, ARNDT VON HAESELER, KARL GROSSSCHMIDT, GÖRAN POSSNERT, MAYA PAUNOVIC, AND SVANTE PÄÄBO. 2000a. A view of Neandertal genetic diversity. Nature Genetics 26: 144-146.
- KRINGS, M., D. SERRE, M. PAUNOVIC, AND S. PÄÄBO. 2000b. „Molecular preservation of Neandertal samples from Vindija Cave“, in The Vindija Neandertals: Catalogue of Skeletal Remains. Edited by G. Rabeder, M. Paunovic, and K. Grossschmidt. Vienna - Zagreb: Austrian Academy of Sciences & Croatian Academy of Sciences and Arts (in press).
- OVCHINNIKOV, IGOR V., ANDERS GÖTHERSTRÖM, GALINA P. ROMANOVA, VITALIY M. KHARITONOV, KERSTIN LIDÉN, AND WILLIAM GOODWIN. 2000. Molecular analysis of Neanderthal DNA from the northern Caucasus. Nature 404: 490-493.
- POINAR, HENDRIK N., MATTHIAS HÖSS, JEFFREY L. BADA, AND SVANTE PÄÄBO. 1996. Amino Acid Racemisation and the Preservation of Ancient DNA. Science 272: 864-866.
- RICHTER, DANIEL, JÜRGEN WAIBLINGER, W. JACK RINK, AND GÜNTER A. WAGNER. 2000. Thermoluminescence, Elektron Spin Resonance and <sup>14</sup>C-dating of the Late Middle and Early Upper Palaeolithic Site of Geißenklösterle Cave in Southern Germany. Journal of Archaeological Science 27: 71-89.
- RICHTER, JÜRGEN. 1997. Sesselfelsgrotte III. Der G-Schichten-Komplex der Sesselfelsgrotte. Zum Verständnis des Micoquien. Quartär-Bibliothek 7. Saarbrücken: Saarbrücker Druckerei und Verlag.

- SCHAAFFHAUSEN, HERMANN. 1888. Der Neanderthaler Fund. Bonn: Marcus.
- SCHMITZ, RALF W. 2002. Fuhlrotts Neandertaler in der modernen Forschung. Das Projekt „Neandertaler“ des Rheinischen Landesmuseums 1991-2002. Das Rheinische Landesmuseum Bonn 4/02: 86-93.
- SCHMITZ, RALF W. UND HEIKE KRAINITZKI. 1998. Die phylogenetische Stellung der Neandertaler im Licht erster DNA-Analysen. *Eiszeitalter und Gegenwart* 48: 170-176.
- SCHMITZ, R. W. UND J. THISEN. 1998. „Archäologie im Neandertal - nicht nur auf den Spuren des Neandertalers“, in *Archäologie im Rheinland 1997*. Herausgegeben von H. Koschik, pp. 20-21. Köln: Rheinland-Verlag.
- SCHMITZ, R. W. UND J. THISEN. 1999. „Johann Carl Fuhlrotts Arbeiten im Neandertal fortgesetzt“, in *Archäologie im Rheinland 1998*. Herausgegeben von H. Koschik, pp. 30-31. Köln: Rheinland-Verlag.
- SCHMITZ, RALF W., WOLFGANG BONTE, HEIKE KRAINITZKI, PETER PIEPER, UND MICHAEL SCHULTZ. 1999. Interdisziplinäre Forschung am namengebenden Fund. *Archäologie in Deutschland* 2/99: 6-10.
- SCHMITZ, RALF W. UND JÜRGEN THISEN 2000a. Neandertal. Die Geschichte geht weiter. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- SCHMITZ, R. W. AND J. THISEN. 2000b. “First archaeological finds and new human remains at the rediscovered site of the Neanderthal type specimen. A preliminary report”, in: *Neanderthals and Modern Humans - Discussing the Transition. Central and Eastern Europe from 50. 000 - 30. 000 B.P.* Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums 2. Edited by J. Orschiedt and G.-C. Weniger, pp. 267-274. Mettmann: Neanderthal Museum.
- SCHMITZ, RALF W. UND JÜRGEN THISEN. 2000c. Gesucht und gefunden! Die Wiederentdeckung der Neandertaler-Fundstelle von 1856. *Das Rheinische Landesmuseum Bonn 4/00*: 65-70.
- SCHMITZ, RALF W., DAVID SERRE, GEORGES BONANI, SUSANNE FEINE, FELIX HILLGRUBER, HEIKE KRAINITZKI, SVANTE PÄÄBO AND FRED H. SMITH. 2002. The Neandertal type site revisited : Interdisciplinary investigations of skeletal remains from the Neander Valley, Germany. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 99: 13342-13347 (+ 5 p. sup. inf.: [www.pnas.org/cgi/content/full/192464099/DC1/2](http://www.pnas.org/cgi/content/full/192464099/DC1/2)).
- SCHOLZ, MICHAEL, LUTZ BACHMANN, GRAEME J. NICHOLSON, JUTTA BACHMANN, IAN GIDDINGS, BARBARA RÜSCHOFF-THALE, ALFRED CZARNETZKI AND CARSTEN M. PUSCH. 2000a. Genomic Differentiation of Neanderthals and Anatomically Modern Man Allows a Fossil-DNA-Based Classification of Morphologically Indistinguishable Hominid Bones. *American Journal of Human Genetics* 66: 1927-1932.
- SCHOLZ, M., L. BACHMANN, G. J. NICHOLSON, J. BACHMANN, S. HENGST, I. GIDDINGS, B. RÜSCHOFF-THALE, J. KLOSTERMANN, A. CZARNETZKI AND C. M. PUSCH. 2000b. “How different are the genomes of Neanderthals and anatomically modern man? A DNA hybridization approach”, in: *Neanderthals and Modern Humans - Discussing the Transition. Central and Eastern Europe from 50. 000 - 30. 000 B.P.* Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums 2. Edited by J. Orschiedt and G.-C. Weniger, pp. 315-322. Mettmann: Neanderthal Museum.
- SCHWALBE, GUSTAV. 1901. Der Neanderthalschädel. *Bonner Jahrbücher* 106: 1-72
- TSCHENTSCHER, F., C. CAPELLI, H. GEISERT, H. KRAINITZKI, R. W. SCHMITZ AND M. KRINGS. 2000. “Mitochondrial DNA sequences from the Neandertals”, in: *Neanderthals and Modern Humans - Discussing the Transition. Central and Eastern Europe from 50. 000 - 30. 000 B.P.* Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums 2. Edited by J. Orschiedt and G.-C. Weniger, pp. 303-314. Mettmann: Neanderthal Museum.
- VALOCH, KAREL. 1988. Die Erforschung der Kulna-Höhle. 1961-1976. *Anthropos Band 24*. Brno: Moravské muzeum - Anthropos Institut.
- VIRCHOW, RUDOLF. 1872. Untersuchung des Neanderthal-Schädels. *Zeitschrift für Ethnologie* 4: 157-165.
- VOELKER, ANTJE H. L., PIETER M. GROOTES, MARIE-JOSEE NADEAU, AND MICHAEL SARNTHEIN. 2000. Radiocarbon levels in the Iceland Sea from 25-53 kyr and their link to the earth's magnetic field intensity. *Radiocarbon* 42: 437-452.
- WOLPOFF, M. H., A. G. THORNE, F. H. SMITH, D. W. FRAYER AND G. G. POPE .1994. “Multiregional Evolution: A World-Wide Source for Modern Human Populations”, in *Origins of Anatomically Modern Humans*. Edited by M. H. Nitecki and D. V. Nitecki, pp. 175-199. New York: Plenum.
- WOLPOFF, MILFORD H. AND RACHEL CASPARI .1997. *Race and Human Evolution*. New York: Simon & Schuster.
- WOLPOFF, MILFORD H., JOHN HAWKS AND RACHEL CASPARI. 2000. Multiregional, not multiple origins. *American Journal of Physical Anthropology* 112: 129-136.