

Spätpleistozäne und frühholozäne Hominidenmorphologie und Klima

Late Pleistocene and early Holocene human morphology and climate

Winfried Henke*

Abstract

It has been known since Herodot (484-425 B.C.) that the differentiation of human populations depends to a high degree on climatic factors. Furthermore it is well understood that, as a result of the interrelationships between heat loss, body volume and surface area, cold environments favour large-bodied individuals with reduced limb proportions. Several authors have pointed out that the Neandertals show very short distal limb segments relative to body size. The relative shortness of the forearm and the lower leg and the limbs in general may have been an adaptation to the cold climate that many Neandertals faced (Allen's Rule). Cranial features on the other hand, e.g. the relatively high cranial capacity and the size and shape of the nasal skeleton, are not commonly regarded as cold adaptation. This is also true for modern populations.

Due to the unsolved controversies concerning a recent African origin of anatomically modern man or a gradualistic multi-regional evolution, a comparison of the late Pleistocene and early Holocene populations of anatomically modern man from Europe (Upper Paleolithics, Early and Late Mesolithics) and Northern Africa (Iberomaurusians, Columnnians, Capsians) has been done by uni- and multivariate statistics, based on a sample of $n = 546$ skulls (and a smaller sample of postcrania). It has been tested, whether the observable uni- and bivariate differences and the main discriminators in the discriminant function analyses for diachronical and regional comparisons are in agreement with those patterns that have been described in the literature as related to specific environmental factors. The Late Pleistocene and Early Holocene Europeans differ markedly in their cranial features from the NW-African sample, but their special pattern cannot concisely be explained in terms of climatic adaptations. There are good arguments to submit the conclusion, that the so-called 'cromagnoid' populations of NW-Africa are autochthone. It seems plausible that the 'Mechtoids' developed their unique morphological pattern in isolation from European populations, but the role of their climatic adaptations in their morphology remains still unclear and 'troublesome', except the nasal index whose overall distribution is explicable in terms of (plausible) climatic adaptations. The findings demonstrate that the differences in the cranial features seem to be the result of a regionalization process in which climatic adaptations may have played a minor part besides socioecological influences (e.g. technological innovations, subsistence strategies).

Key words: Climate adaptations, cranial morphology, Upper Palaeolithics, Mesolithics, Iberomaurusians

Einleitung

Ziel der vorliegenden Studie ist es, zu prüfen, ob das regionale Variationsmuster kranialer Merkmale - wie Längen-Breiten-Index [LBI] und Nasal-Index [NAI] - von spätpleistozänen und frühholozänen Populationen mit den nach den Klimaregeln zu erwartenden Verbreitungsmustern übereinstimmt und als Umweltadaptationen zu verstehen sind. Neben dem Problem, ob Klimaadaptationen

als - partielle - Erklärung für die unterschiedliche Morphologie (sub-)fossiler menschlicher Bevölkerungen herangezogen werden können, stellt sich die weiterführende Frage, ob sich aus dem Variationsmuster auch Rückschlüsse auf die Phylogenese moderner menschlicher Populationen ergeben. Nach Beals et al. (1983, 1984a,b) ist solch ein Ansatz gangbar: "... it is difficult to imagine,

* Priv.-Doz. Dr. Winfried Henke, Akad. Dir., Institut für Anthropologie der Johannes Gutenberg-Universität, Saarstraße 21, D-55099 Mainz, Germany

what circumstance could reasonably exist that would produce climatic adaptation in modern forms but not in any of their ancestors, given the fact that many of those ancestors were exposed to extreme cold stress..." (Beals et al. 1984a, 327). In umfangreichen Vergleichsanalysen konnte gezeigt werden, daß sich die regional- und zeitspezifischen Gruppen des Jungpaläolithikums, Mesolithikums und Epipaläolithikums morphologisch beachtlich unterscheiden (Frayer 1984; Henke 1989, 1990, 1992 a,b, im Druck). Dabei wurde der Nachweis erbracht, daß die von verschiedenen Autoren behaupteten hohen Ähnlichkeiten zwischen europäischen und nicht-europäischen, zirkummediterranen Populationen des anatomisch modernen Menschen, die auch zur Stützung des "replacement model" herangezogen werden (z.B. Bräuer & Rimbach 1990; Übersicht in Bräuer & Smith 1992; Henke & Rothe 1994), weniger ausgeprägt sind, als erwartet. Die nachfolgend untersuchte Morphologie der Vergleichsgruppen wirft in diesem Kontext folgende Fragen auf:

- (1) Was sind die kennzeichnenden morphologischen Unterschiede zwischen den frühen anatomisch modernen Menschen Europas und Nordafrikas?
- (2) Können die morphologischen Merkmalsmuster der aus unterschiedlichen paläoklimatischen Regionen und Perioden stammenden Jungpaläolithiker und Mesolithiker Europas respektive der Populationen des nordafrikanischen Epipaläolithikums als klimatische/ökogeographische Adaptationen interpretiert werden?
- (3) Was kann hinsichtlich des zu beschreibenden kraniometrischen Musters der europäischen und des nordwestafrikanischen anatomisch modernen *Homo sapiens* ausgesagt werden:
 - (a) bezüglich der Frage, ob klimatische Faktoren eine vorrangige Quelle der kranialen Variation bei jungpaläo-, meso- und epipaläolithischen Populationen waren;
 - (b) hinsichtlich der Kontroverse um einen außereuropäischen Ursprung des anatomisch modernen Menschen (Verdrängungsmodell versus Multiregionales Modell).

Klimaadaptationen - ein Exkurs

Bereits Herodot (484-425 v. Chr.) nahm an, daß die Unterschiede zwischen den Bevölkerungen der Kontinente der Alten Welt durch die unterschiedlichen klimatischen Lebensräume bedingt seien,

und Blumenbach (1755) sah für die von ihm erstmals aufgestellten fünf Rassengruppen, die kaukasische, mongolische, äthiopische, amerikanische und malaiische, Milieufaktoren als ursächlich für deren Entwicklung an. Auch Immanuel Kant (1775) äußerte sich in seinem Band "Von den verschiedenen Racen des Menschen" dahingehend, daß die Rassen aus einer polypotenten Ausgangsform vorwiegend durch Klimaeinflüsse entstanden seien, und de Buffon (1749-1804) bemerkt in seinem Werk "Histoire naturelle générale et particulière", daß durch ähnliche Umweltverhältnisse (z.B. Hitze) gleichartige Veränderungen (z.B. die dunkle Hautfarbe) in verschiedenen Erdteilen bewirkt worden seien (Näheres vergleiche bei v. Eickstedt 1937-1963; Mühlmann 1968; Jahn et al. 1982; Moeschler 1986).

Walter (1974) zeigte in einer Übersichtsarbeit zu Umweltadaptationen beim Menschen die mittlerweile sehr umfangreichen Befunde neuerer anthropologischer Untersuchungen auf, die es ermöglichten, die von den zitierten Autoren vermuteten Zusammenhänge exakt zu umreißen und z.T. sogar kausalanalytisch zu erklären. Das gilt insbesondere für die Beziehung zwischen Klima und Körpergröße sowie -proportionen und die vielfältigen Belege für die Regeln von Bergmann (1847) und Allen (1877), die nach Rensch (1935) auch für den Menschen Gültigkeit haben. Auf die einzelnen Arbeiten, die diese Zusammenhänge an lebenden Bevölkerungen untersuchten, soll hier nicht näher eingegangen werden (vgl. Schreider 1950, 1951, 1963, 1966; Newman 1953, 1960; Newman & Munro 1955; Roberts 1952a,b, 1960, 1973; Tanner 1962, 1966; Steegmann 1970; Hieraux et al. 1975; Lewontin 1978; Edholm 1978; Crognier 1981; Hurlich 1979 u.v.a.). In dieser auf das Jungpaläolithikum und Mesolithikum respektive Epipaläolithikum ausgerichteten Studie sollen die rein empirisch gewonnenen "ökogeographischen Regeln", wie Mayr (1956) die nach seiner Ansicht begrifflich zu weit gefaßten Klima- und Ökoregeln nannte, nur insoweit behandelt werden, als sie das Skelettmaterial dieser Zeitphasen betreffen. Die Beschränkung erscheint insofern gerechtfertigt, als Walter (1974) neben Knußmann (1980), Moeschler (1986) u.a. bereits einen umfassenden Überblick geliefert hat.

Hinsichtlich der vermuteten Zusammenhänge zwischen den Klimafaktoren und der Variationsbreite sowie den Variationsmustern beim frühen *Homo sapiens sapiens* Europas kann auf Jacobs (1984) Bezug genommen werden, der diese

Frage am spätpleistozänen und frühholozänen postkranialen Fundmaterial erstmals eingehender untersuchte, nachdem v. Bonin (1935), Billy (1976b) und Schwidetzky (1979a) erste Befunde vorgelegt hatten. Daß die europäischen Jungpaläolithiker im Vergleich zu den Neandertaliden längere Extremitätenknochen besaßen, zeigte Trinkaus (1981, 1983, 1986) an einem umfangreichen Datensatz. Nach seinen Befunden stimmen die Körperproportionen der Neandertaliden mit der Bergmannschen und Allenschen Regel überein, während dies für die Jungpaläolithiker nicht zutrifft, was umso unerwarteter ist, als letztere aus einer klimatisch noch extremeren Phase des Würm stammen. Er interpretiert diesen Befund, da beide Populationen härtesten Klimaeinflüssen ausgesetzt waren, in der Weise, daß die Jungpaläolithiker als Eindringlinge aus südlicheren Breiten genetisch wärmeadaptiert waren. Jacobs (1984) konnte an der von ihm erhobenen jungpaläo- und mesolithischen Stichprobe nur für letztere eine im Sinne der ökogeographischen Regeln bestehende Beziehung zwischen der geographischen Breite und den Längenmaßen der Extremitäten feststellen. Auch der Crural- und der Brachial-Index zeigten eine Abnahme von Süden nach Norden, was im Sinne der Erwartung des Kälteadaptationsmodells liegt. Für die Korrelationen zwischen den Skelettmaßen und definierten Klimazonen fanden sich weniger deutliche Beziehungsmuster, ja zum Teil sogar gegenläufige Befunde, was Jacobs (1984, 171) als "troublesome" kommentierte. Konnte Jacobs (1984, 1985a,b) auch in mehreren Arbeiten zeigen, daß sich die Mesolithiker in das Bild einer kälteadaptierten Population einfügen, während die Jungpaläolithiker offenbar den Erwartungen im Sinne der Regel nicht in allen Punkten entsprechen und in einigen Fällen sogar widersprüchliche Zusammenhänge bestehen, sofern man sie mit den zeitlichen frühen und späten Bevölkerungen vergleicht, kommt er dennoch zu folgendem Schluß: "the more clear-cut nature of Neanderthal morphological adaptations to cold stress reflects the relative stability of their occupation of Europe, a function itself of less rigorous climatic conditions. Mesolithic populations, similarly confronted with a more stable environment, were also able to 'fine-tune' their climatic adaptations: the 'warm Mesolithic' group adapted to a level of cold stress lower than the average level represented by the Upper Paleolithic sample, while the 'cold Mesolithic' group was adjusted to a higher level of such stress..." (1985a, 514).

Da die postglaziale Stichprobe in ihrer postkranialen Merkmalsstruktur dem Kälteadaptationsmodell entspricht, während die spätglaziale mit den Erwartungen nach dem Thermoregulationsmodell nicht im Einklang steht, äußerte Jacobs (1984) sich dahingehend, daß auch andere Einflußgrößen in Rechnung gestellt werden müßten. Dazu gehören soziologisch-technologische Einflüsse (vgl. Newell & Constandse-Westermann 1984; Jacobs 1985a,b; Henke 1989). Lassen die Daten von Jacobs (1984) wegen verschiedener Unsicherheiten (z.B. in der Datierung des Fundmaterials, Adjustierung der pleistozänen Klimadaten, Sexualdiagnose) keine klare Aussage hinsichtlich der Beziehungsmuster zu, so ist das im Hinblick auf konkurrierende Modelle nicht unerwartet. Welche gravierenden methodischen Schwierigkeiten die Körperhöhenschätzung der Mesolithiker beinhaltet, zeigten Constandse-Westermann et al. (1985).

Trotz geringer Abweichungen gegenüber den Erwartungswerten kommt Schwidetzky (1979b) zu der Auffassung, daß sich die Bergmannsche Regel durch die Maße und Indices des postkranialen Skeletts bestätigen läßt. Sie berechnete Nord-Süd-Gradienten postkranialer Variablen unter Berücksichtigung möglicher diachroner und Ost-West-Effekte. Während sich für die absoluten Maße keine Ausnahme von der Regel, daß die Körpergröße von Norden nach Süden abnimmt, ergab, fand sich eine Abweichung bezüglich eines entsprechenden Trends bei den Robustizitätsindices.

Auch hinsichtlich der Korrelation zwischen Kopfform und Klimastreß liegen verschiedene Befunde vor. Schon die von Weidenreich (1945) zusammengestellten Karten der geographischen Variabilität der Kopfform ließen Zusammenhänge vermuten, jedoch war es m.E. erstmals Coon (1955), der die Auffassung vertrat, daß sowohl die Größe als auch die Form des Kopfes adaptiven Wert für die Wärmeregulation aufweist: "...it is easier to keep a small head cool than a large one. [...] In regions of great cold a large head is at an advantage from this point of view, as is a round one..." (Coon 1955, 276).

Beals (1972) griff diese Frage systematisch auf und formulierte unter Berücksichtigung der Allenschen und Bergmannschen Regel die theoretische Erwartung, daß unter Kältestreß eine Ver rundung der Kopfform zu erwarten sei. Unter gegenteiligen Bedingungen wären Dolichocephale selektiv bevorteilt. Beals (1972) führte kritisch an,

daß er wegen der bekannten kulturellen Anpassungen und der zahlreichen evidenten Ausnahmen keine Bestätigung der Hypothese erwarten würde. So sind z.B. die äquatornahen Mojave nach Biasutti (1967) extrem brachykepal und die Grönland-Eskimiden mesokepal, obwohl sie in polaren Klimaten leben. Beals (1972) empirische Vergleichsstudie zeigt jedoch für 339 Populationen eine deutliche, hypothesenkonforme Differenzierung nach den Streßzonen (trocken-heiß, feucht-heiß, feucht-kalt und trocken-kalt). Er ging ferner von der Hypothese aus, daß bei einem selektiven Vorteil in bezug auf das Klima zu erwarten wäre, daß der Mittelwert der kalteadaptierten Bevölkerungen höher als der des Welt-Durchschnitts ist, da bei letzteren der Selektionseffekt neutralisiert sein müßte. Auch bei dieser Analyse entspricht das Ergebnis den Erwartungen: "The implication of all of this is clear - the overall distribution of the cephalic index is explicable in terms of climatic adaptations even using the data of an independent survey in which the means are not specifically organized into climatic zones." (Beals 1972, 89).

Wenn also der Kopfindex positiv mit der Intensität des Kältestreß und negativ mit dem Hitzestreß korreliert, d.h., wenn die geographische Verteilung des Kopfindex nicht zufällig ist, sondern signifikant von der Zufallsverteilung in Abhängigkeit von der Natur abweicht, so stellt sich die Frage, wie dieser spezielle Fall der Allenschen Regel erklärt werden kann. Sicher ist, daß die Klimaadaptation nicht der alleinige Erklärungsfaktor für die Kopfform ist, was schon aus der Variabilität der Kopfform in klimatisch homogenen Regionen abzuleiten ist (vgl. Bielski & Welton 1964; Dokládal 1965; Hulse 1971; Wright 1992). Es kann jedoch angenommen werden, daß die Adaptationen der Kopfform an spezifischen Temperaturstreß ein langsamer, langfristiger Anpassungsprozeß innerhalb unserer Spezies ist. Beals (1972) fragt dann auch konsequenterweise nach dem spezifischen Selektionsmechanismus, der einen Selektionsvorteil herbeigeführt haben könnte. Der Autor spekuliert, daß Dolichokrane die primitive Merkmalsstruktur in jenen Regionen bewahrt hätten, wo Brachykepalie keinen Vorteil bot. Hiernach würden die langköpfigen Populationen in den heißen Klimaten plesiomorphe Konditionen verkörpern (vgl. hierzu Weninger 1979). Hinsichtlich des Selektionsmodells betont Beals (1972) selbst, daß es zunächst sehr zweifelhaft erscheint, weshalb rundere Köpfe einen Schutz vor

dem Kältetod bieten sollten, weist jedoch darauf hin, daß kritische Situationen in extremen Klimaten unter archaischen Bedingungen denkbar seien. Mit einer Verbreitung des Menschen in die gemäßigten und kalten Klimazonen ließe sich ein allgemeiner Evolutionstrend im Sinne einer Brachykepalisation erklären. Daß die von Beals (1972) beschriebene morphologische Adaptation auch beim Vergleich der Praeandertaler und der Klassischen Neandertaler eine Bestätigung findet, hat Badoux (1965) in einer leider wenig beachteten Arbeit gezeigt. Die Differenzierungen zwischen den beiden neandertaliden Stichproben, von denen die eine im Interglazial, die andere im Glazial lebte, entspricht insofern der Erwartung der ökogeographischen Regel nach Bergmann, als eine Volumenvergrößerung zu beachten ist, was gleichzeitig eine relative Verkleinerung der Oberfläche bedeutet. Beals et al. (1983) versuchten, anhand einer umfangreichen Stichprobe pleistozäner Kranien und rezenter ethnischer Gruppen den empirischen Nachweis eines Zusammenhangs zwischen der Form des Kraniums und sieben Klimavariablen zu erbringen. Da sich offenbar signifikante Korrelationen des LBI des Kopfes (respektive Kraniums) und der Kranialkapazität mit Klimavariablen im Sinne des thermodynamischen Modells ergeben, sehen sie darin zunächst den Nachweis erbracht, daß die genannten kranio-metrischen Variablen nicht für taxonomische Zwecke geeignet sind. Sie betonen: "The climatic model succeeds in two major ways. It explains the general variation between groups, and it explains why a trend toward brachycephalisation occurred throughout the Pleistocene" (Beals et al. 1983, 436).

Ausnahmen ergeben sich für die Jungpaläolithiker insofern, als vom Mittel- zum Jungpaläolithikum eine Abnahme des Index vorliegt, wohingegen im Holozän der Index unter allen klimatischen Konditionen steigt. Da auch Jacobs (1984) für das Postkranium entsprechende Unstimmigkeiten beobachtete, ließe sich das von Beals et al. (1983) formulierte Modell der Kalteadaptation möglicherweise auch dadurch erklären, daß die Jungpaläolithiker aus tropischen und subtropischen Klimaten in den europäischen Raum eingedrungen sind und keine entsprechenden morphologischen Klimaadaptationen besaßen. Diese Erklärung würde die "Replacement"-Hypothese stützen (Übersicht in Bräuer & Smith 1992; Henke & Rothe 1994; s. a. Ferembach 1985, 1986a,b).

Auch andere Inkonsistenzen ergeben sich nach Beals et al. (1983) insofern, als bei denjenigen Bevölkerungen, bei denen keine Kälteexposition vorlag, ein Indexanstieg zu verzeichnen ist. Die Autoren schränken deshalb den Gültigkeitsanspruch ihrer Hypothese beträchtlich ein, indem sie feststellen, daß die klimatische Erklärung nicht der einzige adaptive Faktor sein kann, ja nicht einmal der bedeutendste. Weitere potentielle Einflußfaktoren, die sich seit etwa 15.000 Jahren exponentiell verstärkt haben, sehen sie in dem 'Aufbrechen der Isolate' (vgl. Dahlberg 1929, 1943), jedoch liegen auch hier keineswegs einheitliche Ergebnisse vor (vgl. Wolanski 1974; Henke 1976). Beals et al. (1984a) stellten in 'Current Anthropology' die Hypothese zur Diskussion, daß die Hominidenexpansion in klimatisch kalte Regionen eine Veränderung der Kopfform bewirkt habe, wobei der Formenwandel durch die Steigerung des Kranialvolumens verursacht worden sein soll. In ihrer Hypothese sehen die Autoren die evolutiven Trends der Brachykepalisation und der Enkepalisation als funktional verknüpft an. Sie betonen ausdrücklich, daß offensichtlich auch andere Faktoren auf den Größen- und Formenwandel

Einfluß genommen haben, sehen aber in ihren Befunden "... an adjunct towards understanding the distribution of cranial morphology over time and space ..." (Beals et al. 1984a, 301). Das bioklimatische Modell scheint 30-40 % der Varianz im Populationsmittel zu erklären, und es ist zu vermuten, daß Erklärungen für die restliche Varianz in statistischen Einflüssen von Meß- und Stichprobenfehlern, lokalen Faktoren wie z.B. Hungersnöten, die die Körpergröße beeinflussen, stochastischen genetischen Ereignissen, die die geographische Verteilung beeinflussen, und technischen Innovationen, die die relative Sterberate verändern, liegen. Tabelle 1 gibt den engen statistischen Zusammenhang zwischen der Kranialkapazität und klimatischen Komponenten wieder. Besonders eindrucksvoll erweist sich im Sinne des thermoregulatorischen Modells der aufzuzeigende Zusammenhang zwischen der Kranialkapazität und den Klimazonen (Abb. 1) sowie der hochsignifikante Zusammenhang zwischen der Hirnschädelkapazität und der geographischen Breite ($r = 0,62$; Signifikanz von $p = 0.00001$; $FG = 120$).

Ergänzend muß noch erwähnt werden, daß Beals et al. (1984a) das Klima nicht als eine glo-

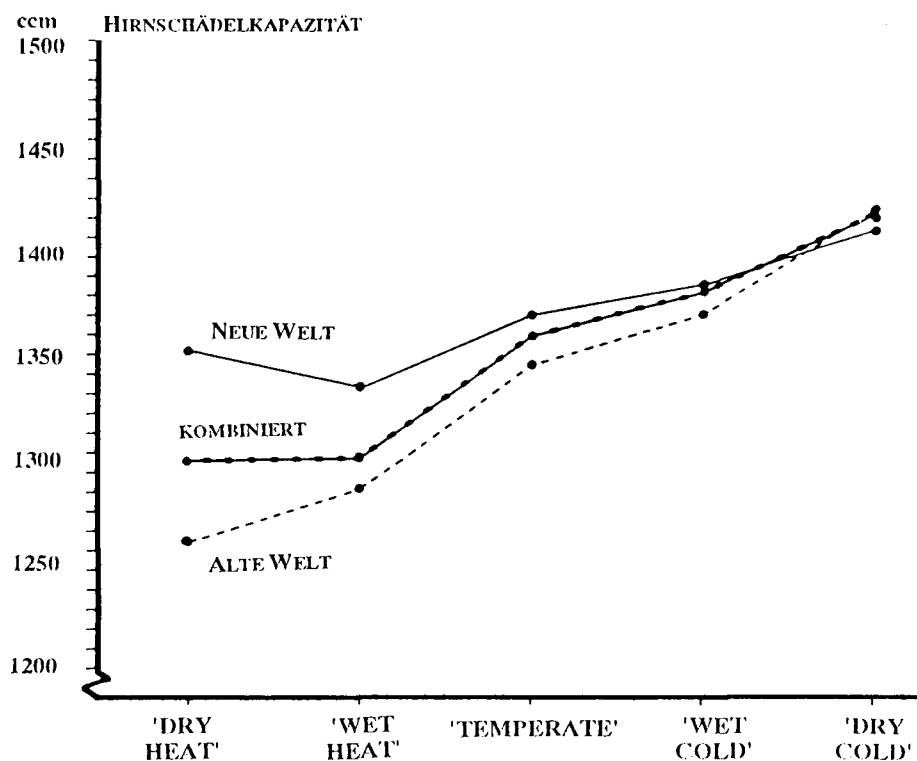


Abb. 1. Beziehung zwischen der durchschnittlichen Schädelkapazität und den Klimazonen (nach Beals et al. 1984a, 308).

bale Größe behandelten, sondern in ihrem Datensatz zwischen zahlreichen individuellen Klimavariablen differenzierten (u.a. Sonneneinstrahlung, jährliche Sonnenscheindauer, Winterluftdruck, Sommerluftdruck, jährliche Niederschlagsmenge, höchste und niedrigste monatliche Durchschnittstemperatur), so daß sie zu einem ausgefeilten Modell der Thermoregulation gelangen, bei dem auch die Zusammenhänge zwischen den kranialen Variablen und körperbautypologischen Komponenten Beachtung finden. Ihr empirisches Modell für extreme Kälteadaptation weist folgende Merkmale auf: niedriges Gewicht, geringe Körperhöhe, niedriger Nasal-Index, niedrige Hirngröße pro Gewichtseinheit, aber große Kranialkapazität pro Körperhöhenheit, verrundetes Kanium und niedriges Verhältnis von Körperoberfläche zu -masse. Das Verhältnis von Hirngröße zu Körperhöhe zeigt mit sämtlichen Klimavariablen signifikante Korrelationen. Die Autoren betonen, daß Klima ein multidimensionales Phänomen ist und offensichtlich einzelne Komponenten unterschiedliche Einflußstärke besitzen, was die Analyse so kompliziert. Allgemein kann festgestellt werden, daß die Hirnschädelkapazität höhere Korrelationen als die Hirnschädelform aufweist, jedoch liegen hinreichend zahlreiche Interaktionen vor, was in den hohen Korrelationen mit einem sog. "*Coefficient of cranial morphology*" zum Ausdruck kommt. Die allgemeinen klimatischen Klassifikationen (Klimazone und isothermische Zone) ergeben die höchsten Korrelationen mit den morphologischen Variablen und lassen sich offenbar am besten auf den Fossilreport anwenden. Unter Berücksichtigung von Temperatur und Luftdruck erweist sich der Wintereinfluß gegenüber dem Sommereinfluß als bedeutender, und die Verteilungsmuster der Hominiden lassen vermuten, daß reduzierte Sonnenenergie, verringerte absolute Feuchtigkeit und die Unbilden eines kalten Winters die kennzeichnenden Faktoren darstellen. Beals et al. (1984a) fassen das so zusammen: "Variation in endocranial volume among ethnic groups is explicable by thermoregulation. It is significantly associated with every climatic variable examined and as its highest correlations of any single morphological trait considered. Furthermore, the mechanism of thermodynamic life crisis relates the biophysics in differential reproduction, which in part explains not only the present variation, but also the trend of encephalisation ..." (Beals et al. 1984a, 312).

Von den weiteren Punkten soll nur noch erwähnt werden, daß der größte Beitrag zur Volumenvergrößerung in kalten Klimaten durch die Verbreiterung erreicht wird. Nach diesem Modell haben arktische Bevölkerungen größere Hirnschädel jedoch nicht so sehr aufgrund allgemein größerer Köpfe als vielmehr wegen der verrundeten Formen.

Trotz der sehr aufwendigen Analyse kann nicht übersehen werden, daß ein kausaler Zusammenhang im Sinne einer dreistufigen Analyse selbstverständlich fehlt (vgl. Henke 1984) und die angenommene Beziehung nur in den Prinzipien von Geometrie und Thermodynamik liegt. Die Bewertung des Beweismaterials steht damit im persönlichen Ermessen (vgl. Beals et al. 1984b). Da ein experimenteller Beweis ausgeschlossen ist, bleiben neben potentiellen Daten aus der Medizinalstatistik nur die des "natürlichen Experimentes" im diachronen Prozeß. Die Skepsis gegenüber dem Modell ist daher groß (vgl. Comments in Current Anthropology Vol. 25, No. 3, S. 318ff.). So betont Armstrong (Zitate o. Jg. in Comments zu Beals et al. 1984a), daß das Hirn ein metabolisch extrem aufwendiges Organ ist, welches nach Sokoloff (1981) trotz eines geringen Anteils von nur zwei Prozent an der Körpermasse rund 20% der Energieversorgung des Gesamtkörpers benötigt, ein Zustand, der von dem bei Tieren deutlich abweicht. Er sieht dann auch bei einem stoffwechselphysiologisch so aufwendigen Organ kaum einen Anlaß zu einer 'passiven' Vergrößerung aufgrund einer Brachykepalisierung und verweist dabei auf die letztlich geringen Populationsdifferenzen und konkurrierende Einflußgrößen, wie z.B. prä- und postnatale Mangelernährung, Ernährungswechsel. Schließlich unterstreicht er in seiner Kritik das Fehlen einer für das Modell notwendigen Differenzierung der Anteile am Schädelvolumen. Die Hirnschädelkapazität setzt sich aus den Komponenten Hirn plus den Meningeae und dem cerebrospinalen Liquor zusammen. Dabei ist es durchaus denkbar, daß der Zuwachs in den kalten Klimaten nur die beiden letzten Komponenten betrifft, insbesondere die Meningeae, die als Bindegewebe keine metabolisch aufwendigen Anteile darstellen. Das ließe sich aber computertomographisch testen. Gibsons (s.o.) Annahme, daß ein größeres Hirn zu einer besseren Nahrungsaufbeute geführt habe oder daß ein modifiziertes kognitives Modell letztlich die Volumenzunahme erklären könnte, glauben Beals et al. (1984a) da-

mit entkräften zu können, daß die Unterschiede zwischen den Pygmäen und arktischen Populationen bei ca. 300 cm³ liegen, was diese "most logical explanation" nicht begründet erscheinen läßt. Girgis & Turkel (s.o.) kritisierten die Gleichsetzung von Kranialkapazität und Hirngröße, weil damit unzulässigerweise der Eindruck erweckt werde, daß die Hirnschädelkapazität die Anzahl der Neuronen innerhalb des Schädels widerspiegeln würde. Ferner weisen die beiden Autoren auf die anatomischen Voraussetzungen der Thermoregulation des Kopfes hin und die in diesem Zusammenhang bedeutungsvolle Morphologie der Kranialbasis (vgl. Conroy 1980). Ihrer Auffassung nach üben die Flüssigkeitsräume des Kraniaums einen entscheidenden thermoregulatorischen Effekt aus, d.h. sie vermuten, daß der von Beals et al. (1984a) beobachtete Indikator der Thermoregulation des Hirns unabhängig von der Hirngröße sein könnte. Henneberg & Morimoto (s.o.) beklagten den Mangel an Daten über die kulturellen Bedingungen der berücksichtigten Populationen, jedoch sind diese in der Literatur nur sehr lückenhaft und unsystematisch vorhanden. Während Menk (s.o.) in dem bioklimatischen Modell nur einen globalen Annäherungswert sah, der auf lokale Verteilungsmuster nicht angewandt werden könne, warf Sokal (s.o.) das Argument auf, daß

Autokorrelationen auftreten könnten, zumal eine allgemeine enge Beziehung zwischen Klima und geographischer Breite erhebliche Modifikationen aufgrund von Küstennähe, mikroklimatischen Faktoren und Höhe über NN zeigt. Gerade diese Kritik stellt den Sinn einer Analyse von prähistorischem Fundmaterial erheblich in Frage, da nur sehr globale Klimamuster aufgezeigt werden können.

Schließlich wies Blumenberg (s.o.) darauf hin, daß ein Teil der erklärten Varianz in dem bioklimatischen Modell auf genetischen Faktoren beruhen könnte. Das könnte durchaus möglich sein, jedoch erlaubt das Material keine entsprechende Kontrolle. Die vorstehenden Aussagen geben nur einen kleinen Abriss der umfangreichen Diskussion der Befunde wieder, wobei deutlich geworden sein dürfte, daß trotz aller zutreffenden Einwände die Befundlage offenbar dafür spricht, daß "...climatic factors have become the principal source of (cranial) variation..." (Beals et al. 1984a, 326), eine Behauptung, die zu 'a principal source' korrigiert wurde (s.o.). Da sich ihre Programme als *time machine* zur Applikation anbieten, kann erwartet werden, daß zukünftig weitere Analysen zur geographischen Verteilung morphologischer Merkmale getestet und Computersimulationen unterbreitet werden, wie z.B. die erste Verteilungs-

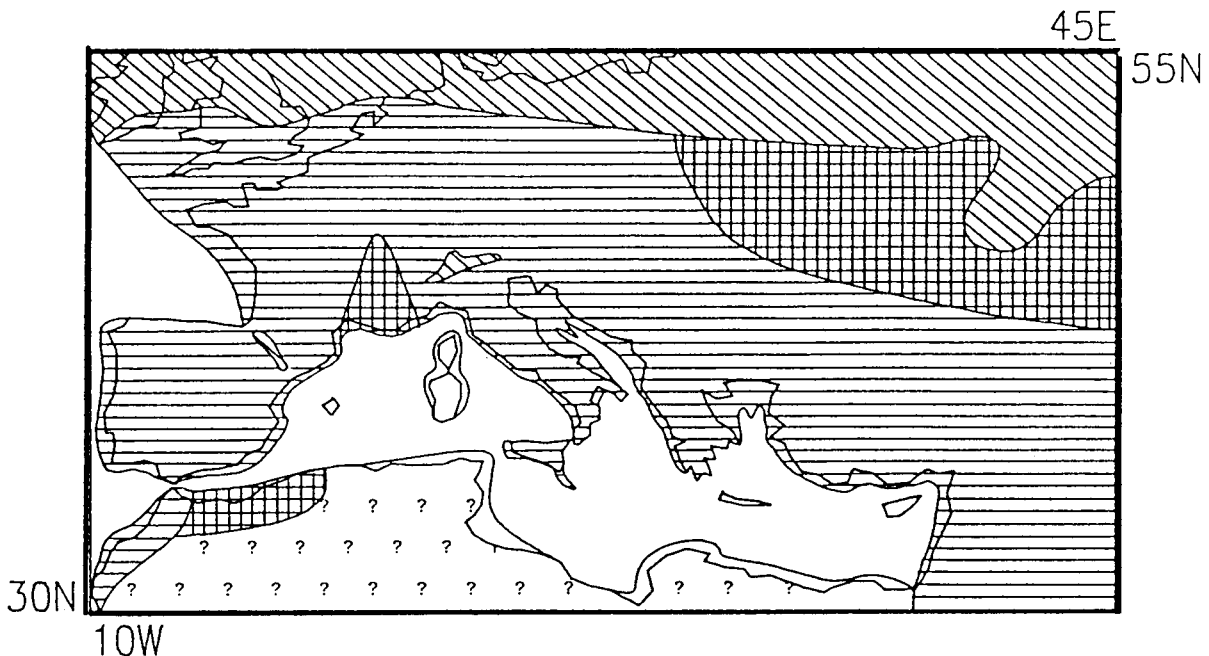


Abb. 2. "Zeitmaschinen"-Projektion für den LBI im Mittelmeerraum um 20.000 v.d.G. (nach Beals et al. 1984a, 328). Horizontalschraffur: 72-73,9 Einheiten; Kreuzschraffur: 74-75,9 Einheiten; Diagonalschraffur: Vereisungszonen; Fragezeichen: fehlende Daten; durchgezogene Linien: approximierte Küstenlinie.

karte des Kranialindex im mediterranen Raum für die Zeit um 20.000 v.d.G. (Abb. 2; Beals et al. 1984a). Ein weiteres Beispiel liefert die Darstellung der geographischen Variation des Kranialmodulus nach Reinbold et al. (1985), die das biomechanisch/thermoregulatorische Modell der Enkephalisation stützt. Mittels entsprechender 'time-machine'-Projektionen ist geplant, zukünftig weitere Belege der ökogeographischen Regeln vorzulegen. Das gilt auch für die von Wright (1992) beschriebene Analyse mit CRANID, einer Software für forensische und andere Anwendungen, z.B. prähistorische.

Neben den Erklärungsansätzen für die neorokranialen Strukturen liegen auch entsprechende Interpretationen für das Viszerokranium vor, z.B. für das vorspringende Nasenskelett (Franciscus & Trinkaus 1988a,b). Einige Merkmale der Nasenform von *Homo erectus* und *Homo sapiens* sind synapomorph und von denen der rezenten Menschenaffen und der Australopithecinen abzusetzen. Offenbar wies *Homo erectus* erstmals in der Hominidenreihe eine typisch menschliche Nase mit nach unten gerichteten Nasenlöchern auf, die sich von den pongiden und den australopithecinen Nasen deutlich unterscheidet. Die aus der Verbreiterung der Nasenbeine resultierende Vergrößerung des oberen Naseninnenraumes hatte offenbar entscheidende physiologische Bedeutung für die Nasenatmung. Obwohl der beschriebene morphologische Wandel natürlich auch im Zusammenhang mit kraniodentalen Merkmalen steht, sehen Franciscus & Trinkaus (1988b) darin primär eine Anpassung zur Verhinderung des Feuchtigkeitsverlustes in einer ariden Umwelt. Die evolutionsmorphologische Konsequenz dieser Umgestaltung bestand offenbar in der Fähigkeit zu verlängerten Aktivitätsphasen in offenen und ariden Biotopen (vgl. Henke & Rothe 1994). Auch die bei rezenten Populationen festzustellenden Unterschiede in der Nasenform sollen adaptiven Mustern folgen (vgl. Thompson & Buxton 1923; Davies 1929; Walter 1974). Die korrelativen Merkmalszusammenhänge lassen vermuten, daß hierbei die mittlere Jahrestemperatur eines Biotops den entscheidenden Einfluß ausübt, weniger die Temperaturmaxima oder die mittlere relative Luftfeuchtigkeit. Die Zusammenhänge zeigen sich für die in verschiedenen Biotopen lebenden Europiden ebenso wie für die Negriden oder Mongoliden. Nach Walter (1974) variiert der mittlere Nasenindex sowohl bei Europiden und Mongoliden deutlich mit dem Klimatyp des Biotops, wobei dessen Zunahme vor allem

durch die anwachsende Nasenbreite bedingt ist. Auch die Indianiden folgen diesem Muster, d.h. die Ursache dieser Zusammenhänge ist sehr wahrscheinlich in der Temperaturregulation zu suchen. Es wurde vermutet, daß der in der Regel kleinere Atmungskanal bei schmalen Nasen (z.B. kleinere Nasenlöcher) dazu beitragen würde, daß die eingeatmete - kalte - Luft langsamer die innere Schleimhautoberfläche passiere und damit mehr Wärme absorbiere als dies bei breiteren Nasen der Fall sei. Dieses Modell galt auch lange für die große, langgestreckte Nase der Neandertaler. Coon (1962) hypothesisierte, daß das kalteempfindliche Hirn durch diese Konstruktion weiter von den Nasenhöhlen entfernt sei und das größere Volumen des Nasenraumes bessere Möglichkeiten zum Vorwärmen der eingeatmeten Luft böten. Abgesehen davon, daß diese Hypothese offenbar nicht bestätigt werden konnte (Wolpoff 1968; Hylander 1977; Smith 1983), stellte sich die Frage, warum ähnliche Verhältnisse bei den in subtropischen Klimaten lebenden asiatischen Neandertalern auftraten und Veränderungen bei den Nachfolgern, den Jungpaläolithikern, die ebenfalls noch im Hochglazial lebten, fehlten. Nach Trinkaus (1987) scheint es eher wahrscheinlich, daß die große Neandertalernase nicht ein kalteadaptives Merkmal darstellt, sondern dazu diente, die Körperwärme in Phasen erhöhter Aktivität zu verteilen. Auch andere Erklärungen sind denkbar. Brace (1962, 1964, 1967) und vor ihm bereits Hrdlicka (1911, 1920) sowie Stewart (1959) vermuteten, daß die Nasenkonstruktion der Neandertaler eine Folge der erweiterten Funktion des Mastikationsapparates darstellt, da die Frontzähne nicht nur zur Kauen und Beißen genutzt wurden, sondern auch zum Festhalten von Gegenständen und zum Bearbeiten von Tierfellen eingesetzt wurden, d.h. paramastikatorisch (vgl. Henke & Rothe 1994; Rak 1986; Demes 1987; Spencer & Demes 1993).

Einen beachtenswerten Ansatz zur Prüfung der statistischen Signifikanz zwischen Schädelmorphologie und Klimabedingungen wählten van Vark et al. (1985), indem sie prüften, ob eine signifikante Beziehung zwischen zwei Abstandsmatrizen besteht, von denen eine auf morphometrischen Daten, die andere auf klimatischen Variablen beruhte. Für 18 von 20 untersuchten Klimavariablen wurde eine signifikante Beziehung ($p = 0,05$) zur Schädelmorphologie festgestellt. Die Autoren kommen zu dem Schluß: "We note that the correlations obtained are rather small, though usually statistically significant. Thus, knowing

which 29 populations are considered, one can say that the morphological data are not without any information with respect to the climatic conditions. And vice versa" (van Vark et al. 1985, 239).

Erst experimentelle Untersuchungen können die vermuteten Korrelationen bestätigen oder verwerfen, wie das z.B. für die Flachgesichtigkeit mongolider Populationen von Steegmann (1970) erfolgte, der schreibt: "... it appears that head surface temperatures relate to sub-cutaneous fat thickness, but not clearly to other form factors: the oriental face, supposedly a product of selection by cold, seems to respond little differently than any other" (Steegmann 1970, 243).

Untersuchungsmaterial und Methoden

Die zur vorliegenden Untersuchung herangezogene Stichprobe spätpleistozäner und frühholozäner menschlicher Skelettfunde Europas und des zirkummediterranen Raumes umfaßt $n = 546$ Fälle, von denen wegen des z.T. sehr fragmentarischen Erhaltungszustandes jedoch nur eine begrenzte Anzahl in die komplexeren biometrischen Verfahren einbezogen werden konnten. Der kranialmorphologische Variablensatz besteht aus $i = 32$ Merkmalen. Ferner wurden 225 Postkranien mit $i = 8$ Variablen einbezogen. Die jungpaläolithischen Funde stellen trotz der gegenüber der mesolithischen Periode rund fünfmal längeren Zeitspanne nur rund zehn Prozent des Materials, wofür neben den ungünstigeren Erhaltungsbedingungen während der letzteiszeitlichen Periode auch spezifische Bestattungspraktiken und veränderte Siedlungsstrukturen verantwortlich sein dürften. Die in die Untersuchung einbezogenen morphometrischen Daten setzen sich zum weitaus größten Teil aus Literaturangaben zusammen, die sukzessive in die Mainzer Datenbank für prähistorisches Skelettmaterial eingespeist worden sind. Der Datensatz wurde ferner durch unveröffentlichte Daten zahlreicher Kollegen, denen hier herzlich für deren Überlassung gedankt sei, erweitert und aufgrund eigener Untersuchungen fortgeschrieben.

Da die Anwendung verschiedener Programmpakete zur komplexen statistischen Analyse häufig komplette Datensätze voraussetzt oder aber nur sehr unbefriedigende Optionen bereitstellt, wie z.B. den fallweisen Ausschluß fehlender Werte, ist die Schätzung fehlender Daten ein zentrales Problem jeder morphologischen Analyse prähistorisch-anthropologischen Skelettmaterials. Mittels

einer schrittweisen multiplen Regressionsanalyse des BMDP (Bollinger et al. 1983) wurde für einen Datensatz mit 15 metrischen Variablen eine Schätzung fehlender Werte aufgrund geschlechtsspezifischer multipler Regressionen durchgeführt. Dieser Schätzdatensatz umfaßt $n = 278$ Fälle. Die weiteren Berechnungen erfolgten mit Programmpaketen des SPSS/PC (Uehlinger et al. 1988). Nähere Angaben zur Stichprobe und Methodik vgl. Henke (1989, 1990, 1992a,b,c).

Ergebnisse und Diskussion

Wie der obige Exkurs belegt, sind wir noch weit davon entfernt, hinreichende Indizien für Zusammenhänge zwischen Kopfform und Klima in den spät- und postglazialen Perioden aufzeigen zu können. Da Beals et al. (1984a) für den LBI und den NAI Korrelationen von $+0.46$ ($p = 0,001$) bzw. -0.49 ($p = 0,001$) für fünf Klimazonen von "trocken-heiß" bis "trocken-kalt" ermittelten, läßt sich für die hier betrachteten Bevölkerungen modellhaft prüfen, ob die diachrone sowie regionale Variabilität theoriekonform ist. Hinsichtlich der zeitlichen Muster ist zu berücksichtigen, daß es durch die kontinuierliche Verschiebung der polaren Waldgrenze während der spätpleistozänen und frühholozänen Periode in Europa aufgrund stetiger Erwärmung in der post-hochglazialen Periode und insbesondere im Mesolithikum zu einer - relativen - Annäherung der nördlichen Klimate an das mediterrane Klima des Maghreb gekommen sein dürfte. Für die ehemals nahe der Eisrandzone und unter subarktischem Einfluß lebenden Populationen kommen diese klimatischen Verschiebungen einer Südwanderung gleich, d.h. aber auch gleichzeitig einer relativen Verringerung der Unterschiede der europäischen und maghrebinischen Umweltverhältnisse.

Zunächst sollen einige univariate Befunde mitgeteilt werden. Tabelle 2a, b geben einen Überblick über die kranialen Indices der Vergleichsgruppen des westlichen und östlichen Europas im Vergleich zu Nordwestafrika. Ferner finden sich in Tab. 3a, b die Mittelwerte einiger kranialer Variablen der Vergleichsgruppen wieder. Schließlich illustrieren die Abb. 3 und 4 die diachronen Verschiebungen vom Jungpaläolithikum (JPL) zum Spätmesolithikum (SML) unter Berücksichtigung der zeitspezifischen sich teilweise überlappenden iberomaurnischen und capsien/columnnatienszeitlichen nordwestafrikanischen Serien (IBM; CAP/COL).

Als geeignetes Verfahren zur Prüfung des Einflusses spezieller Faktoren (z.B. des Klimas) bieten sich uni- und multifaktorielle varianzanalytische Untersuchungen an. So analysierte Jacobs (1984) den Einfluß von sechs Klimazonen auf die postkraniale Morphologie der Jungpaläo- und Mesolithiker, wobei er zuvor jedoch sehr problematische Adjustierungen des Fundmaterials vornahm, d.h. die Bewertung der Standortklimate kann als extrem spekulativ angesehen werden, weshalb auf die Wiedergabe entsprechender eigener kranialer Befunde hier verzichtet werden soll (vgl. Henke 1984, 1989). Hier soll vielmehr ausschließlich auf die multivariaten Vergleiche zwischen regionalen 'Polgruppen' sowie zeitlich sukzessiven Gruppen eingegangen werden, besonders im Hinblick auf die Frage, ob unter den diskriminierenden respektive differenzierenden Variablen solche sind, die auf Klimaadaptationen hinweisen.

Die am männlichen Fundmaterial ermittelte Diskriminanzfunktion (DF 1) baut auf dem Regressionsdatenfile auf und vergleicht das europäische mit dem nordafrikanischen Fundgut, während die Nahostfunde [incl. einiger Mittelpaläolithiker ('Proto-Cromagnoide')] als ungruppierte Fälle einbezogen werden. Die Ergebnisse der Trennanalyse sind in Tabelle 4 wiedergegeben. Sie unterstreichen den Befund des univariaten Vergleichs, wonach erhebliche Differenzen im Erscheinungsbild der europäischen und der nordafrikanischen Funde vorliegen. Am Stichprobenmaterial lassen sich 87,3% der Fälle ($n = 157$) richtig klassifizieren. Nach Korrektur der Zuordnungswahrscheinlichkeit (van Vark 1976) ergeben sich mit 15,4% nur geringfügig höhere Fehlzuordnungsprozente. Das prozentuale Gewicht der einzelnen, schrittweise ausgewählten Variablen kennzeichnet die Größte Hirschschädelbreite (M 8) ne-

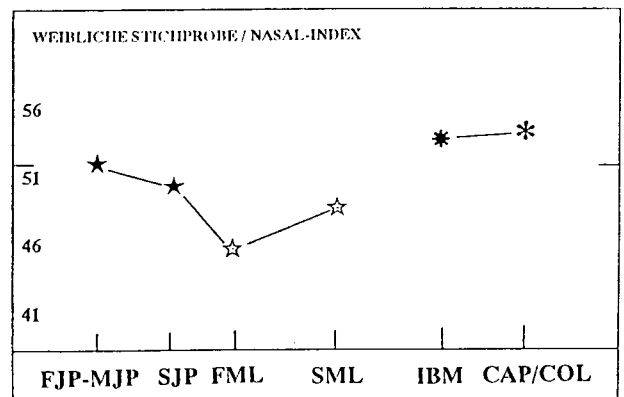
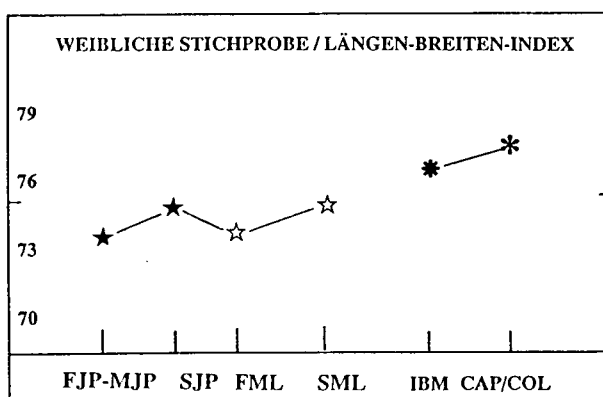
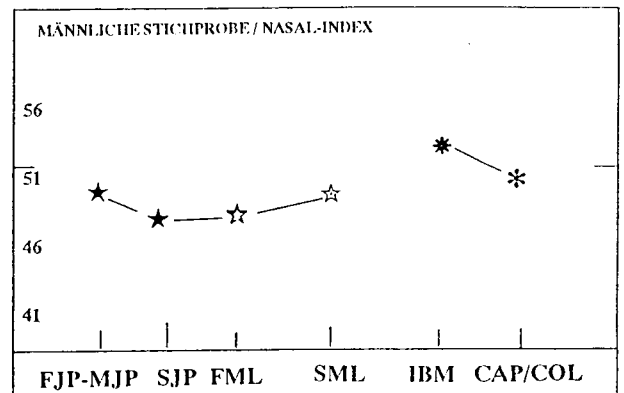
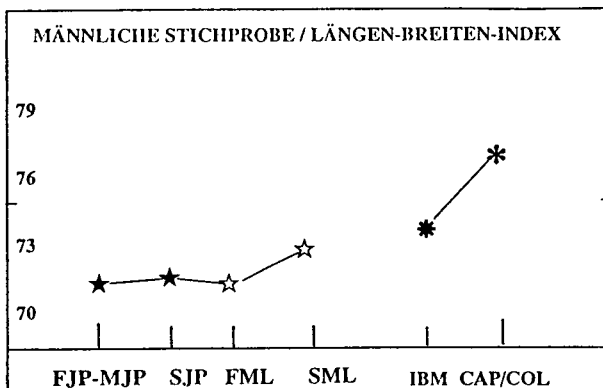


Abb. 3. Plot-Diagramm: LBI vs. Zeitstellung männliche und weibliche Stichprobe.

Vergleich der Längen-Breiten-Indices jungpaläolithischer (JPL), früh- und spätmesolithischer (FML, SML) und epipaläolithischer Populationen (Iberomaurusien/IBM, Capsien/CAP, Columnnien/COL).

Abb. 4. Plot-Diagramm: NAI vs. Zeitstellung männliche und weibliche Stichprobe.

Vergleich der Nasal-Indices jungpaläolithischer (JPL), früh- und spätmesolithischer (FML, SML) und epipaläolithischer Populationen (Iberomaurusien/IBM, Capsien/CAP, Columnnien/COL).

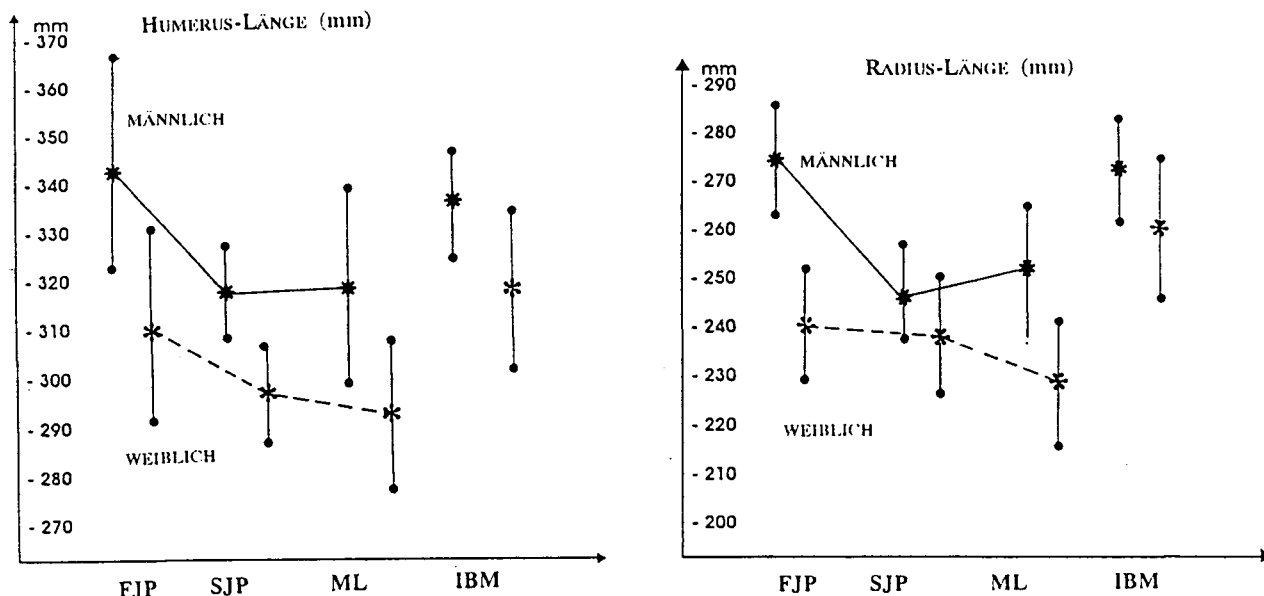


Abb. 5. Vergleich der Humerus- und Radius-Längen von Jungpaläo-, Meso- und Epipaläolithikern (männliche und weibliche Stichproben).

ben der Nasenbreite (M 54) als wichtigsten Diskriminator, jedoch tragen daneben zahlreiche weitere Variablen zur Diskriminierung bei.

Auch das Ergebnis der Diskriminanzanalyse an den weiblichen Stichproben läßt eine entsprechende Interpretation zu (DF 3; Tabelle 5). Neben den offensichtlichen Größenunterschieden der Schädel, die für eine stärkere Grazilität sprechen, tragen auch auffällige Formunterschiede zur Diskriminierung der Gruppen bei. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die bei gleicher durchschnittlicher Nasenhöhe beachtliche Nasenbreite der südlichen Populationen hervorzuheben.

Um zu prüfen, ob die relativ hohen Eigenzuordnungsraten der kontinentalen Stichproben nicht nur durch Größenunterschiede, sondern durch Formunterschiede der Regionalgruppen verursacht werden, wurde an der Gesamtstichprobe ($n = 278$) eine Diskriminanzanalyse auf der Basis von fünf Formmerkmalen (Indices) ermittelt (DF 3; Tabelle 6). Nach der schrittweisen Selektion bleiben fünf Indices in der Diskriminanzfunktion, die eine korrekte Klassifikation von 74,3% der Fälle erlauben. Die Prädiktionswahrscheinlichkeit sinkt nach Korrektur auf - nur - 64,1%, was für eine deutlich schwächere Diskriminierung der Regionalgruppen spricht. Hauptdiskriminator ist mit rd. 41% der NAI, gefolgt von Breiten-Höhen-Index (20,2%) und dem Transversalen Frontoparietal-Index (18,5%), dem Orbital-

Index (11,1%) und dem Jugofrontal-Index (9,3%). Da diese Analyse das hohe Diskriminanzgewicht der Nasenform deutlich macht, ist es naheliegend, anzunehmen, daß hier Adaptationen an die spezifischen klimatischen Gegebenheiten widerspiegelt werden. Es kann weiterhin angeführt werden, daß die Trennungen der Stichproben nordafrikanischer und europäischer Populationen auch im zeitspezifischen Vergleich erhalten bleiben (DF 4; Tab. 7).

Die diskriminanzanalytischen Befunde stützen die von Lubell et al. (1984) aufgrund archäologischer Befunde getroffene Feststellung, daß es sich im nordafrikanischen Raum offenbar um eine autochthone Entwicklung handelt. Das Ergebnis steht auch nicht in Widerspruch zu der Annahme von Arensburg (1973), daß die Jungpaläolithiker und Mesolithiker Europas, Nord-Afrikas und des Vorderen Orients einen weitgehend selbständigen und voneinander unabhängigen Entwicklungsprozeß aus lokalen Vorformen durchlaufen hätten. Der Differenzierungsprozeß ist gekennzeichnet durch:

- (1) die Bewahrung robuster (konservativer) Merkmalsstrukturen der nordafrikanischen Populationen und
- (2) eine progressive Grazilisierung - vermutlich im Sinne einer sozio-ökologischen Adaptation der europäischen Bevölkerungen an veränderte Lebensweisen sowie - bezogen auf die Nasenform - potentiellen klimatischen Anpassungen.

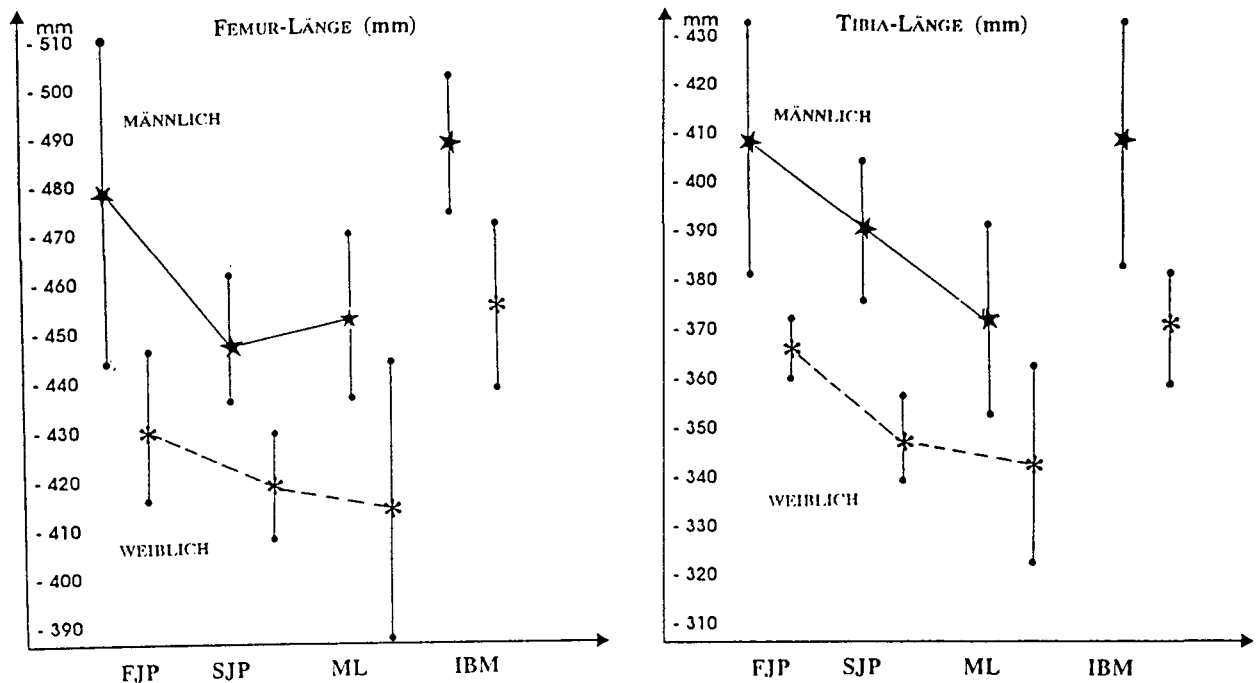


Abb. 6. Vergleich der Femur- und Tibia-Längen von Jungpaläo-, Meso- und Epipaläolithikern (männliche und weibliche Stichproben).

Innerhalb der europäischen Populationen lassen sich neben einer signifikanten Grazilisierung, d.h. einer Abnahme robustizitätskennzeichnender Merkmale diachrone Veränderungen vom Frühen und Mittleren Jungpaläolithikum zum Spätmesolithikum feststellen, wonach sich die jüngeren Bevölkerungen u.a. als ortho- und akrokraner, eurymetoper und weniger chamaeconch erweisen. Der LBI zeigt im Spätmesolithikum gegenüber dem Frühen und Mittlern Jungpaläolithikum signifikant häufiger mesokrane Anteile, jedoch ist keine stetige Dedolichokranisation/Brachykranisation festzustellen. Veränderungen in den Gesichtsmerkmalen, die durch eine diachrone Zunahme des Anteils mesener und mesoconcher Individuen zu kennzeichnen sind, erfolgten im wesentlichen bereits im Übergang vom Jungpaläolithikum zum Mesolithikum, während die Erhöhungen des LBI zwischen den sukzessiven mesolithischen Populationen am stärksten sind.

Was die Position der Jungpaläolithiker betrifft, so sollten diese nach der Erwartung einen relativ hohen LBI im Sinne einer Anpassung an das subarktische, trocken-kalte Klima zeigen. Auch die diachrone Veränderung des LBI zu weniger dolichokrane Formen entspricht nicht den hypothetisch zu erwartenden Verschiebungen. Ferner kann festgestellt werden, daß die Relation

zwischen Iberomaurusiern und Mesolithikern auch nicht in das erläuterte Klimaadaptationsmodell paßt, da die nordafrikanische Bevölkerung signifikant höhere Indices, d.h. etwas stärker verrundete, mesokrane Schädel besitzt. Zwar weisen die Jungpaläolithiker in der Gesamtgruppe und für alle drei Perioden (Frühes JPL, Mittleres JPL, Spätes JPL) in Entsprechung zur Hypothese einen höheren LBI auf als die Frühmesolithiker, so daß dessen leichte Abnahme im frühen Postglazial, also in einer Phase der Klimaverschlechterung, im Sinne der beschriebenen Korrelationen stimmig ist, jedoch ist die darauffolgende Zunahme des LBI während des Mesolithikums nicht modellkonform. Die geschlechtsspezifischen Schwankungen des LBI während des Jungpaläolithikums, die durch einen leichten Anstieg im Mittleren Jungpaläolithikum mit einem absoluten Kältemaximum zur spätjungpaläolithischen Periode zu kennzeichnen sind, lassen sich der Abb. 3 entnehmen.

In der frühmesolithischen Bevölkerung sinkt der LBI leicht, um dann im Spätmesolithikum signifikant anzusteigen. Die Durchschnittswerte der außereuropäischen Gruppen (Epipaläolithiker des Nahen Ostens; Iberomaurusier; Capsier incl. Columnatier) liegen mit Ausnahme der wenigen männlichen Epipaläolithiker des Nahen Ostens höher. Insgesamt sind - trotz der kleinen

Stichprobenumfänge - gleichartige Trends bei den Geschlechtern zu erkennen, jedoch liegen für die weiblichen Funde mehr mesokrane und weniger dolichokrane Formen vor.

Man kann hinsichtlich der regionalen Verteilung und diachronen Verschiebung des LBI in den geschlechtsspezifischen Serien feststellen, daß das Klimaadaptationsmodell offenbar für diese Fundgruppen nicht nur *keine* Gültigkeit hat, sondern daß sogar gegenläufige Korrelationen erkennbar sind.

Daß für die Veränderungen im LBI auch alternative Hypothesen denkbar sind, ist unfraglich, zumal der LBI in den neolithischen Perioden z.T. rapide zunimmt (vgl. Schwidetzky 1971a,b). Es stellt sich aber die Frage, welche Faktoren diese Veränderungen erklären könnten, da klimatische Aspekte aufgrund von Klimakontinuität, Behausung und Kleidung offenbar immer bedeutungsloser werden oder aber eine neue Qualität erlangen, die kaum abzuwägen ist (vgl. Walter 1974). Welche kausalen Erklärungen teilweise oder auch ganz für die diachronen Veränderungen des LBI im Mesolithikum Geltung haben, bleibt also offen. Die Vermutung ist jedoch nicht unbegründet, daß die im Neolithikum bestimmend werdenden Faktoren für die Verrundung des Hirschschädels bereits im Frühmesolithikum eingesetzt haben könnten und im sozio-ökonomischen Umfeld zu suchen sind. Wegen der deutlichen Geschlechtsdifferenzen in den zeitspezifischen Bevölkerungen und der nachweislichen Körperhöhenunterschiede der spät- und nacheiszeitlichen Gruppen, kann nach Hemmer (1967) angenommen werden, daß auch allometrische Wachstumsbeziehungen für die Variabilität des LBI eine Rolle spielen. Ob aber eine Körperhöhenabnahme im Mesolithikum die leichte Brachykranisation allein zu erklären vermag, ist aufgrund der hier vorliegenden Daten nicht zu klären (vgl. Hemmer 1966, 1967; Jacobs 1984). Nach Jacobs' (1984) Analyse am Postkranium sind Verkürzungen der Längsknochen im Spätpleistozän und Frühholozän zu beschreiben (Abb. 5 und 6). Zwar wurde die von Frayer (1980) mitgeteilte Körperhöhenabnahme vom Jungpaläolithikum bis zum Neolithikum von Bach & Bruchhaus (1988) in der Weise kommentiert, daß die Daten "jeglicher Grundlage für eine verallgemeinerungsfähige Aussage entbehren", jedoch dürfte dieses Argument für den Vergleich der Jungpaläolithiker und Mesolithiker durch Jacobs' (1984) Untersuchung weitgehend ausgeräumt worden zu sein. Es ließe sich also - wie schon Hemmer (1967) vermu-

tete - die beginnende Brachykranisation durch Körperhöhenänderungen erklären, da die Körperhöhe negativ mit dem LBI korreliert. Mit einer solchen Erklärung wäre auch ein Bevölkerungskontinuum in Europa nachgewiesen, d.h. es gäbe danach keine triftigen Hinweise gegen die Annahme einer autochthonen Entstehung der Mesolithiker aus dem Substrat der jungpaläolithischen Vorbevölkerung und somit auch keine Notwendigkeit einer Ableitung derselben aus fremden Bevölkerungsgruppen (*contra* Kurth 1959). Im Umkehrschluß kann man feststellen, daß die Längsknochenmaße der Iberomaurusier, die aus dem Datenbank-File ermittelt wurden (Abb. 5 und 6), eine entsprechende Interpretation für die nordafrikanischen Epipaläolithiker ausschließen, da diese größer oder aber ebenso groß waren wie die Jungpaläolithiker, jedoch signifikant kurzköpfiger - und zwar in beiden Geschlechtern. Dieser Befund spricht entschieden eher für deren isolierte Eigenentwicklung in Nordafrika.

Aufgrund der hier vorgelegten Befunde zur Klimaadaptation der Schädelform erscheint es angebracht, Fragen der Brachy- und Dolichokranisation nur noch dann zu diskutieren, wenn gleichzeitig Daten des Postkraniums vorliegen. Eine isolierte Untersuchung der Variationsmuster des LBI ohne Kontrolle der Körperhöhe ist methodisch nicht nur fragwürdig, sondern hochgradig spekulativ.

Im Gegensatz zum LBI läßt sich das Verteilungsbild des Nasal-Index der mesolithischen Gruppen (Abb. 4; Tabelle 3) relativ problemlos als Klimaadaptation interpretieren, d.h. die Veränderungen vom Frühen zum Späten Mesolithikum entsprechen durchaus der Erwartung. Auch die entschieden breitere Nasenform der Iberomaurusier kann im Rahmen der Thompsen-Buxton-Regel erklärt werden. In anderem Kontext (Henke 1990, 1992a,b) war dargelegt worden, daß die Annahme von Genfluß aus iberomaurusischen zu jüngeren frühmesolithischen Populationen aufgrund der zahlreichen weiteren Unterschiede hochgradig unwahrscheinlich ist; es muß aber eingeräumt werden, daß die unzureichende Fundlage auf der Iberischen Halbinsel dies nicht ganz ausschließen läßt. Da das Klimaadaptationsmodell für die Nasenform der jüngeren Bevölkerungen weitgehend stimmig erscheint, kann für die Jungpaläolithiker angenommen werden, daß die in der extremen Kältephase des Spätpleistozäns lebenden Jäger und Sammler-Populationen offenbar weniger kältestreßangepaßt waren als ihre direkten

Nachfolger, die Fröhmesolithiker. Ob eine geringere Kältestreßangepaßtheit der Jungpaläolithiker, die auch für das Postkranium angenommen wurde, als ein weiteres Argument für deren Herkunft aus weniger kalteexponierten Biotopen angesehen werden kann, bleibt jedoch fraglich. Bei geschlechtsspezifischer Betrachtung ergibt sich, daß die jungpaläolithischen Männer im Vergleich zu den Fröhmesolithikern nur zufällig zu höheren Nasal-Indices tendieren, während die Frauen signifikant ($p = 0,011$) höhere Indices als ihre Nachfolgerinnen besaßen. Es könnte in Anlehnung an Thorne & Wolpoff (1992) auch die lange Nasenform der anatomisch modernen Europiden in einem Kontinuum zu den langgestreckten neandertaliden Nasen gesehen werden, d.h. eine Interpretation im Sinne eines gradualistischen Modells erfolgen.

Allein schon wegen der sehr kleinen Stichproben und der spezifischen Merkmalsverteilungen liegt kein besonders überzeugendes Argument für eine Invasion außereuropäischer Populationen

nach Europa und eine Verdrängung der Neandertaler vor, aber immerhin besteht Einklang mit dem Befund, wonach auch am Postkranium der Jungpaläolithiker - im Gegensatz zu den Befunden an Neandertalern und Mesolithikern - 'modellkonforme' Kälteadaptationen fehlen (Jacobs 1984, 1985a; Henke 1988). Es sei aber auch nochmals in Erinnerung gerufen, daß nicht nur die Atmungsphysiologie die Nasenform bestimmt, sondern auch der Kaustreß (vgl. Rak 1986; Demes 1987), d.h. eine einseitige Interpretation ist, wie alternative Erklärungsansätze von Dean (1988) sowie Franciscus & Trinkaus (1988 a,b) zeigen, äußerst fragwürdig.

Die choro- und chronologischen Vergleichsbefunde innerhalb der europäischen Bevölkerungen machen eine relativ enge Verzahnung der Populationen deutlich, was deren Eigenständigkeit gegenüber den nordafrikanischen Formen unterstreicht. Die im intraeuropäischen Vergleich auffallend hohe Variabilität der Jungpaläolithiker (vgl. hierzu Scatterplot Abb. 7) läßt die Hypothe-

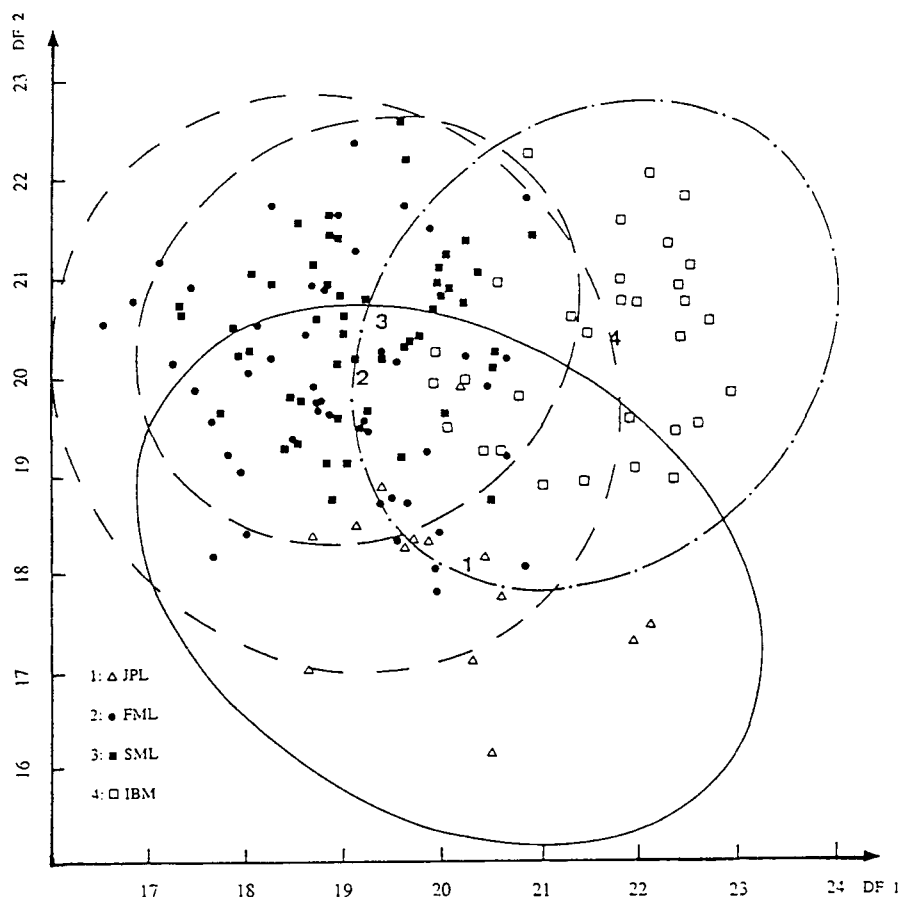


Abb. 7. Scatterplot der individuellen Diskriminanzrechenwerte der jungpaläo- und mesolithischen sowie iberomaursischen Vergleichsgruppen. (95%-Streuungsellipsen, 4-Gruppen-Vergleich, männliche Stichproben, $n = 148$; $p = 15$).

se zu, daß entweder nur jeweils spezifische Gruppen der polymorphen pleistozänen Bevölkerung an der Basis der Spätmesolithiker standen oder aber ein starker Selektionsdruck im Sinne einer Grazilisierung auf die Bevölkerungen gewirkt hat. Die zahlreichen an anderer Stelle mitgeteilten Clusteranalysen (vgl. Henke 1989, im Druck) der zeit- und regionalspezifischen Populationen belegen fließende Übergänge, die populationsgenetisch durch kontinuierliches Überlappen der Heiratskreise verstanden werden könnten (Newell & Constandse-Westermann 1986). In der vorbäuerlichen, nicht-seßhaften Bevölkerung Europas lassen sich trotz der offenbar gegebenen Verzahnung der Bevölkerungen auch deutliche Tendenzen einer Regionalisierung und damit verbunden der sukzessive Abbau extraterritorialer Kontakte annehmen, da einige Fundgruppen des Mesolithikums auffällig eigenständige Merkmalskonfigurationen aufweisen.

Zusammenfassung der Befunde

Die im Rahmen des allgemeinen Klimaadaptationsmodells beschriebenen Erwartungen, daß in feucht- und trocken-kalten Klimaten gegenüber trocken- und feucht-heißen Regionen Bevölkerungen mit hohen LBIs bzw. weniger dolichokrane Schädeln, weniger chamaerrhinen Nasen und kürzeren Extremitäten, kleineren Brachial-Indices (Radius-/Humerus-Länge X 100) und kleineren Krural-Indices (Tibia-/Femur-Länge x 100) selektiv bevorteilt waren, lassen sich aufgrund der vorgenommenen Vergleichsanalyse nicht nur nicht durchgehend bestätigen, sondern stehen auch in

einigen Fällen im deutlichen Widerspruch zu den Fakten. Am ehesten spiegelt noch die Nasenform das erwartungsgemäße Adaptationsmuster wider, das - bezogen auf die diachronen Grazilisationstrends - offenbar nicht nur dem Wechsel der Umwelt folgt, sondern auch mit technischen Innovationen und veränderten Subsistenzstrategien korreliert.

Da wir generell nur sehr vage Vorstellungen über die kleinräumigen Klimamuster prähistorischer Populationen haben und selbst für rezente Bevölkerungen die Korrelate zwischen den relevanten Klimakomponenten und den Merkmalsstrukturen nicht unstrittig sind, bleiben unsere Klimaadaptationsmodelle zwangsläufig hochgradig spekulativ.

Wenn - wie für das LBI-Klimaadaptationsmodell von Beals et al. (1984a) - nichts stimmig ist und die "Ausnahme die Regel" darstellt, sollte zukünftig jeder einseitigen, unkritischen Interpretation des "fabelhaften Schädelindex" (nach Gould 1981, 101) eine rigorose Absage erteilt werden.

Die hochgradigen Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen Europas und Nordafrikas können in diesem Zusammenhang eher als autochthone sozioökonomische Adaptationsmuster verstanden werden, denen z.B. im Hinblick auf die Nasenform eine adaptive Komponente immanent zu sein scheint, während die Form des Neurokraniums nicht modellkonform erklärt werden kann. Die regionalen Merkmalsdifferenzen lassen einen intensiven Genfluß zwischen den Vergleichspopulationen Nordafrikas und Europas als wenig wahrscheinlich annehmen.

Literatur

- ALLEN, J.A., 1877: The influence of physical conditions in the genesis of species. *Radical Review* 1, 108-140.
- ARENSBURG, B., 1973: *The people in the Land of Israel from the Epipaleolithic to present times*. PhD thesis, Tel Aviv University.
- ARMSTRONG, E.: in Comments to 'Current Anthropology', siehe Beals et al. 1984a.
- BACH, A. & BRUCHHAUS, H., 1988: Das mesolithische Skelett von Unseburg, Kr. Straßfurt. *Jtschr. mitteldt. Vorgesch.* 71, 21-36.
- BADOUX, D.M., 1965: Probabilité d'une différenciation due au climat chez les Néandertaliens d'Europe. *L'Anthropologie* 69, 75-82.
- BEALS, K.L., 1972: Head form and climatic stress. *Am. J. Phys. Anthropol.* 37, 85-92.

- BEALS, K.L., SMITH, C.L. & DODD, S.M., 1983: Climate and the evolution of brachycephalization. *Am. J. Phys. Anthropol.* 62, 425-437.
- BEALS, K.L., SMITH, C.L. & DODD, S.M., 1984a: Brain size, cranial morphology, climate, and time machines. *Curr. Anthropol.* 25, 301-330.
- BEALS, K.L., SMITH, C.L. & DODD, S.M., 1984b: Reply to W. Henke: On cranial morphology and climate. *Curr. Anthropol.* 25, 533-534.
- BERGMANN, C., 1847: Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere in ihrer Grösse. *Göttinger Studien* 3, 595-708.
- BIASUTTI, M.G., 1967: *Le razze e i popoli della terra*. Torino (Unione Topografico-Editrice Torinese).
- BIELICKI, T. & WELON, Z., 1964: Operation of the natural selection on the head form. *Homo* 15, 22-30.
- BILLY, G., 1976: L'évolution humaine au Paléolithique supérieur. *Homo* 27, 2-12.
- BLUMENBACH, J., 1775: *De generis humani varietate nativa*. Göttingen (Vandenhoeck & Ruprecht).
- BLUMENBERG, B.: in Comments to 'Current Anthropology', siehe Beals et al. 1984a.
- BOLLINGER, G., HERRMANN, A. & MÖNTMANN, M., 1983: *BMDP, Statistikprogramme für die Bio-, Human- und Sozialwissenschaften*. Stuttgart, New York (G. Fischer Verlag).
- BONIN, G. von, 1935: European races of the Upper Paleolithic. *Human Biol.* 7, 196-221.
- BRACE, C.L., 1962: Refocusing on the Neanderthal Problem. *Amer. Anthropol.* 64, 729-741.
- BRACE, C.L., 1964: The fate of the "classic" Neanderthals: A consideration of hominid catastrophism. *Curr. Anthropol.* 5, 3-66.
- BRACE, C.L., 1967: Environment, tooth form and size in the Pleistocene. *J. Dent. Res.* 46, 809-816.
- BRÄUER, G. & RIMBACH, K.W., 1990: Late archaic and modern *Homo sapiens* from Europe, Africa, and Southwest Asia: Craniometric comparisons and phylogenetic implications. *J. Human Evol.* 19, 789-807.
- BRÄUER, G. & SMITH, F.H. (eds.), 1992: *Continuity or replacement. Controversies in Homo sapiens evolution*. Rotterdam (A.A. Balkema).
- BUFFON, G.L.L. de, 1749-1804: *Histoire naturelle générale et particulière. Tomé III, Histoire naturelle de l'Homme*. Paris (Imprimerie Royale).
- CONROY, H.C., 1980: Cerebral venous hemodynamics and basicranium of Cebus. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 53, 37-42.
- CONSTANDSE-WESTERMANN, T.S., BLOK, M.L. & NEWELL, R.R., 1985: Long bone length and stature in the Western European Mesolithic. I. Methodological problems and solutions. *J. Human Evol.* 14, 399-410.
- COON, C.S., 1955: Some problems of human variability and natural selection in climatic and culture. *Amer. Naturalist* 89, 257-279.
- COON, C.S., 1962: *The origin of races*. New York (Knopf).
- COON, C.S., 1982: *Racial adaptations. A study of the origins, nature and significance of racial variations in humans*. Chicago (Nelson-Hall).

- CROGNIER, E., 1981: Climate and anthropometric variation in Europe and the Mediterranean area. *Ann. Human Biol.* 8, 99-107.
- DAHLBERG, G., 1929: Inbreeding in man. *Genetics* 14, 421-454.
- DAHLBERG, G., 1943: *Mathematische Erblichkeitsanalyse von Populationen*. Uppsala (Suppl. 148 zu Acta Medica Scandinavia).
- DAVIES, A., 1929: Man's nasal index in relation to climate. *Man* 29, 8-13.
- DEAN, M.C., 1988: Another look at the nose and the functional significance of the face and the nasal mucous membrane for cooling the brain in fossil hominids. *J. Human Evol.* 17, 715-718.
- DEMES, B., 1987: Another look at an old face: biomechanics of the neandertal facial skeleton reconsidered. *J. Human Evol.* 16, 297-303.
- DOKLÁDAL, M. 1965: Die Schädelform im Laufe der phylogenetischen und historischen Entwicklung des Menschen. *Anthropologie* (Brno) 2, 19-35.
- EDHOLM, O.G., 1978: *Man, hot and cold*. London (Arnold).
- EICKSTEDT, E. Frh. von, 1937-1963: *Die Forschung am Menschen*. Bd 1-3. Stuttgart (F. Enke Verlag).
- FEREMBACH, D., 1985: On the origin of the Ibéromaurusiens (Upper Paleolithic: North Africa). A new hypothesis. *J. Human Evol.* 14, 393-397.
- FEREMBACH, D., 1986a: Les hommes de l'holocene. *Homo sapiens sapiens* en Asie jusqu'au néolithique. *Homo sapiens sapiens* en Afrique: des origines au néolithique. In: D. Ferembach, Ch. Susanne & M.C. Chamla (eds.), *L'Homme, son évolution, sa diversité*, 225-232, 239-244, 245-256. Paris (Éditions du C.N.R.S.).
- FEREMBACH, D., 1986b: Les hommes du paléolithique supérieur autour du bassin méditerranéen. *L'Anthropologie* 3, 579-587.
- FRANCISCUS, R.G. & TRINKAUS, E., 1988a: The Neandertal nose. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 75, 209 (abstract).
- FRANCISCUS, R.G. & TRINKAUS, E., 1988b: Nasal morphology and the emergence of *Homo erectus*. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 75, 251-272.
- FRAYER, D.W., 1980: Sexual dimorphism and cultural evolution in the Late Pleistocene and Early Holocene. *J. Human Evol.* 9, 399-415.
- FRAYER, D.W., 1984: Biological and cultural change in the European late Pleistocene and early Holocene. In: F.H. Smith & F. Spencer (eds.), *The origins of modern humans. A world survey of the fossil evidence*, 211-250. New York (Alan R. Liss).
- GIBSON, K.R. in: Comments to 'Current Anthropology', siehe Beals et al. (1984a).
- GIRGIS, F.G. & TURKEL, S. in: Comments to 'Current Anthropology', siehe Beals et al. (1984a).
- GOULD, S.J., 1981: *The mismeasure of man*. New York (Norman & Company).
- HEMMER, H., 1966: Allometrische Untersuchungen am Schädel von *Homo sapiens* unter besonderer Berücksichtigung des Brachykephalisationsproblems. *Homo* 17, 190-209.
- HEMMER, H., 1967: Allometrie-Untersuchungen zur Evolution des menschlichen Schädels und seiner Rassentypen. *Fortschritte der Evolutionsforschung*, Bd 3. Stuttgart (G. Fischer Verlag).

- HENKE, W., 1976: Zum Einfluß der Heiratsstruktur auf die Variabilität polyfaktorieller Merkmale, Endogamie/-Exogamie-Effekte. *Homo* 25, 172-191.
- HENKE, W., 1984: On cranial morphology and climate. *Curr. Anthropol.* 25, 533-534.
- HENKE, W., 1988: Die Menschen der letzten Eiszeit. Zur Frage der Differenzierung der endpleistozänen Hominiden Europas. *Anthrop Anz.* 46, 289-316.
- HENKE, W., 1989: *Jungpaläolithiker und Mesolithiker Europas - Beiträge zur Anthropologie*. Habilitationsschrift, Universität Mainz
- HENKE, W., 1990: Die morphometrischen Affinitäten der Epipaläolithiker Nordafrikas zu Populationen Europas und des Vorderen Orients (I. Deskriptive Statistik und diskriminanzanalytische Befunde). *Homo* 41, 146-201.
- HENKE, W., 1992a: Die Proto-Cromagnoiden - Morphologische Affinitäten und phylogenetische Rolle. *Anthropologie* (Brno) 30, 1-36.
- HENKE, W., 1992b: A comparative approach to the relationships of European and non-European late Pleistocene and early Holocene populations. In: M. Toussaint (ed.), *Cinq millions d'années l'aventure humaine*, 229-268 Liège (E.R.A.U.L. 56).
- HENKE, W., 1992c: Morphologie und Affinitäten der Proto-Cromagnoiden. *Wiss. Z. Humboldt Univ. Berlin, R. Med.* 41, 142-150.
- HENKE, W., 1992d: Diachrone Veränderungen im Sexualdimorphismus jungpaläo- und mesolithischer Bevölkerungen. In: E.B. Krause & B. Mecke (Hrsg.), *Ur-Geschichte im Ruhrgebiet. Festschrift Arno Heinrich. Edition Agora*, 37-52. Gelsenkirchen.
- HENKE, W., im Druck: Connections between European, Near Eastern and North African early modern *Homo sapiens*. In: H. de Lumley (ed), *Proceedings of the 3rd International Congress on Human Paleontology Jerusalem, Israel, August 23-28, 1992*. Paris.
- HENKE, W. & ROTHE, H., 1994: *Paläoanthropologie*. Berlin, Heidelberg (Springer-Verlag).
- HENNEBERG, M. in: Comments to 'Current Anthropology', siehe Beals et al. 1984a.
- HIERNEAUX, J., RUDAN, P. & BRAMBATI, A., 1975: Climate and the weight/height relationship in Subsaharan Africa. *Ann. Human Biol.* 2, 3-12.
- HRDLICKA, A., 1911: Human dentition from the evolutionary standpoint. *Dominion Dent. J.* 23, 403-422.
- HRDLICKA, A., 1920: "Human Evolution". *Lecture series held at American University, Washington D.C.* Manuscript: Hrdlicka Papers. Washington D.C. (Natl. Anthropol. Arch. Smithsonian Inst.).
- HULSE, F., 1971: *The human species*. 2nd ed. New York (Random House).
- HURLICH, M., 1979: On the relationship between the distribution of human morphology, environmental factors, and patterns of subsistence (abstract). *Amer. J. Phys. Anthropol.* 50, 450.
- HYLANDER, W.L., 1977: The adaptive significance of Eskimo craniofacial morphology. In: A.A. Dahlberg & G.M. Graber (eds.), *Orofacial growth and development*, 129-169. The Hague (Mouton).
- JACOBS, K.H., 1984: *Hominid body size, body proportions, and sexual dimorphism in the European Upper Paleolithic and Mesolithic*. Univ. of Mass. PhD Thesis 1983. Microfilms Intern, Ann Arbor, Michigan.

- JACOBS, K.H., 1985a: Climate and the hominid postcranial skeleton in Würm and early Holocene Europe. *Curr. Anthropol.* 26, 512-514.
- JACOBS, K.H., 1985b: Evolution in the postcranial skeleton of the late glacial and early postglacial European hominids. *Z. Morph. Anthrop.* 75, 307-326.
- JAHN, I., LÖTHER R. & SENGLAUB, L. (eds.), 1982: *Geschichte der Biologie*. Jena (G. Fischer Verlag).
- KANT, I., 1775: Von den verschiedenen Racen der Menschen. In: 'Engels Philosoph für die Welt'. Teil II. Zentrale Ansätze von Herrn Prof. Kant: 1-24.
- KNUBMANN, R., 1980: *Vergleichende Biologie des Menschen. Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik*. Stuttgart (G. Fischer Verlag).
- KURTH, G., 1963: Bevölkerungsbiologische Überlegungen zur Besiedlungsgeschichte Europas vom Mesolithikum bis zum Mittelalter. *Studium generale* 16,8, 457-480.
- LEWONTIN, R.C., 1978: Adaptation. *Scient. American* 239, 157-169.
- LUBELL, D., SHEPPARD, P. & JACKES, M., 1984: Continuity in the Epipaleolithic of Northern Africa with emphasis on the Maghreb. In: F. Wendorf & A.E. Close (eds.), *Advances in world archaeology*, Vol 3, 143-191. Academic Press.
- MAYR, E., 1956: Geographical character gradient and climatic adaptation. *Evolution* 10, 105-108.
- MENK, R. in: Comments to 'Current Anthropology', siehe Beals et al. 1984a.
- MORIMOTO, I. in: Comments to 'Current Anthropology', siehe Beals et al. 1984a.
- MOESCHLER, P., 1986: Le climat. In: D. Ferembach, Ch. Susanne & M.-C. Chamla (eds.), *L'homme, son évolution, sa diversité*, 329-337. Paris (Éditions du C.N.R.S.).
- MÜHLMANN, W.E., 1968: *Geschichte der Anthropologie*. 2. Aufl. Frankfurt, Bonn (Athenäum).
- NEWELL, R.R. & CONSTANDSE-WESTERMANN, T.S., 1984: Population growth, density and technology in the western European Mesolithic: Lessons from analogous historical contexts. *Palaeohistorica* (Acta et communicationes Institut Bio-archaeologici Universitatis Groninganae) 16, 1-18.
- NEWELL, R.R. & CONSTANDSE-WESTERMANN, T.S., 1986: Testing an ethnographic analogue of Mesolithic social structure and the archaeological resolution of Mesolithic ethnic groups and breeding populations. *Proceedings of the koninklijke nederlandse Akademie van Wetenschappen*, Serie B 89,3, 243-310.
- NEWMAN, M.T., 1953: The application of the ecological rules to the racial anthropology of the aboriginal New World. *Amer. Anthropol.* 55, 311-327.
- NEWMAN, M.T., 1960: Adaptation in the physique of American aborigines to nutritional factors. *Human Biol.* 32, 288-313.
- NEWMAN, R.W. & MUNRO, E.H., 1955: The relation of climate to the body size in U.S. males. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 13, 1-17.
- RAK, Y., 1986: A new look at an old face. *J. Human Evol.* 15, 151-164.
- REINBOLD, M.B., McFARLAND, J.R. & BEALS, K.L., 1985: Variation of cranial module. *Curr. Anthropol.* 26, 514-516.
- RENSCH, B., 1935: Umwelt und Rassenbildung bei warmblütigen Wirbeltieren. *Arch. Anthropol.* 23, 326-333.

- ROBERTS, D.F., 1952a: Basal metabolism, race and climate. *J. Roy. Anthropol. Inst.* 82, 169-183.
- ROBERTS, D.F., 1952b: Body weight, race and climate. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 11, 533-558.
- ROBERTS, D.F., 1960: Effects of race and climate in human growth as exemplified by studies on African children. In: J.M. Tanner (ed.), *Human growth. Symposia of the Society for the Study of Human Biology* 59-72. London (Pergamon Press).
- ROBERTS, D.F., 1973: *Climate and human variability*. Addison-Wesley Module in Anthropology, No. 34. Addison-Wesley, Reading.
- SCHREIDER, E., 1950: Geographical distribution of the body height/body weight ratio. *Nature* 165, 286.
- SCHREIDER, E., 1951: Anatomical factors of the body-heat regulation. *Nature* 167, 823-825.
- SCHREIDER, E., 1963: Physiological anthropology and climatic conditions. In: *Fundamental physiology and psychology on arid conditions. Proceedings of the Lucknow Symposium 1962*, 39-76. Paris (UNESCO).
- SCHREIDER, E., 1966: Ecological rules, body heat regulation and human evolution. In: J.B. Bresler (ed.), *Human ecology*, 197-208. Reading, Mass. (Addison-Wesley Publishing Company).
- SCHWIDETZKY, I., 1971a: *Das Menschenbild der Biologie. Ergebnisse und Probleme der naturwissenschaftlichen Anthropologie*. 2. Auflage. Stuttgart (G. Fischer Verlag).
- SCHWIDETZKY, I., 1971b: *Hauptprobleme der Anthropologie*. Freiburg (Rombach).
- SCHWIDETZKY, I., 1979a: Contributions à l'étude de la variabilité climatique chez l'homme: taille et robustesse des os longs. *Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris* 6, sér. 13, 343-347.
- SCHWIDETZKY, I., 1979b: *Rassen und Rassenbildung beim Menschen*. Stuttgart (G. Fischer Verlag).
- SMITH, F.H., 1983: Behavioral interpretations of changes in craniofacial morphology across the archaic/modern *Homo sapiens* transition. In: E. Trinkaus (ed.), *The Mousterian legacy: Human biocultural change in the Upper Pleistocene*, 141-163. Oxford.
- SOKAL, R.R. in: Comments to 'Current Anthropology', siehe Beals et al. 1984a.
- SOKOLOFF, L., 1981: Circulation and energy metabolism of the brain. In: G.T. Siegal, R.W. Albers, B.W. Agaroff & R. Kartman (eds.), *Basic neurochemistry*, 471-495. Boston (Little Brown).
- SPENCER, M.A. & DEMES, B., 1993: Biomechanical analysis of the masticatory system configuration in Neandertals and Inuits. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 91, 1-20.
- STEEGMANN, A.T. Jr., 1970: Cold adaptation and the human face. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 32, 243-250.
- STEWART, T.D., 1959: The restored Shanidar I Skull. *Smithsonian Report for 1958*, 473-480. Washington.
- TANNER, J.M., 1962: *Growth at adolescence*. Springfield, Ill. (CC Thomas).
- TANNER, J.M., 1966: Growth and physique of different populations of mankind. In: P.T. Baker (ed.), *The biology of human adaptability*, 340-354. Oxford (Clarendon Press).
- THOMPSON, A. & BUXTON, L.H.D., 1923: Man's nasal index in relation to certain climatic conditions. *J. Roy. Anthropol. Inst.* 53, 92-122.

-
- THORNE, A.G. & WOLPOFF, M.H., 1992: Multiregionaler Ursprung der modernen Menschen. *Spektrum der Wissenschaft* 1992/ 6, 80-87.
- TRINKAUS, E., 1981: Upper Pleistocene hominid limb proportions and the problem of cold adaptation among the Neanderthals. In: C.B. Stinger (ed.), *Aspects of human evolution*, 187-224. London (Taylor & Francis).
- TRINKAUS, E., 1983: Neandertal postcrania and the adaptive shift of modern humans. In: E. Trinkaus (ed.), *The Mousterian legacy: Human biocultural change in the Upper Pleistocene*, 165-200. Oxford.
- TRINKAUS, E., 1986: The Neandertals and modern human origins. *Ann. Rev. Anthropol.* 15, 193-218.
- TRINKAUS, E., 1987: The Neandertal face: evolutionary and functional perspectives on a recent hominid face. *J. Human Evol.* 16, 429-454.
- UEHLINGER, H.M. (unter Mitwirkung von BAUER, G. & OLBERG, D.), 1988: *SPSS/PC+, Benutzerhandbuch*. Bd 1. Stuttgart, New York (G. Fischer Verlag).
- VARK, G.N. van, 1976: A critical evolution of the application of multivariate statistical methods to the study of human populations from their skeletal remains. *Homo* 27, 94-114.
- ROMBACH, G.N. van, SMAN, P.G.M. van der, AREND, A. den & HAZEWINDE, S.K., 1985: The statistical significance of an association between skull morphology and climatic conditions. *Homo* 36, 232-241.
- WALTER, H., 1974: Umweltadaptationen beim Menschen. In: W. Bernhard & A. Kandler, (Hrsg.), *Beiträge zur Struktur und Dynamik menschlicher Populationen in anthropologischer Sicht*, 60-94. Stuttgart (G. Fischer Verlag).
- WEIDENREICH, F. 1945: The brachycephalization of recent mankind. *South-West-J. Anthropol.* (Albuquerque) 1, 1-54.
- WENINGER, M., 1979: As to the influence of climate on head form. *Anthropol. Anz.* 37, 18-26.
- WOLANSKI, N., 1974: The problem of heterosis in man. In: W. Bernhard W & A. Kandler (Hrsg.), *Beiträge zur Struktur und Dynamik menschlicher Populationen in anthropologischer Sicht*, 405-424. Stuttgart (G. Fischer Verlag).
- WOLPOFF, M.H., 1968: Climatic influence on skeletal nasal aperture. *Am. J. Phys. Anthropol.* 29, 405-424.
- WRIGHT, R.V.S., 1992: Correlation between cranial form and geography in *Homo sapiens*: CRANID - a computer program for forensic and other applications. *Persp. Human Biol. 2/Archaeol. Oceania* 27, 105-112.

Tabelle 1. Korrelationen kranialer und körperbaulicher Merkmale mit Klimazonen (codiert von 1 bis 5 von 'dry heat' bis 'dry cold' (nach Beals et al. 1984a, 308).

Merkmal	r	N	p
Kranialkapazität : Körperhöhe (cm ³ pro cm)	0.68	67	0.001
Kranialkapazität	0.65	67	0.001
Nasal-Index	-0.49	82	0.001
Körperoberfläche : Masse (m ²) pro kg	-0.47	52	0.001
Längen-Breiten-Index	0.46	82	0.001
Ponderalindex	-0.46	52	0.001
Gewicht (kg)	0.38	52	0.003
Körperoberfläche (m ²)	0.27	52	0.024
Kranialkapazität : Körperoberfläche (cm ³ pro m ²)	0.25	37	0.068
Kranialkapazität : Körpergewicht (cm ³ pro kg)	-0.17	37	0.153
Körperhöhe (cm)	-0.05	82	0.335

Tabelle 2a. Vergleich der Klassifikation der Indices (Mittelwerte) der regionalen, zeitspezifischen Vergleichsgruppen (männliche Stichprobe).

Index	Westeuropa	Osteuropa	Nordwestafrika
Längen-Breiten-I.	dolichokran	dolichokran	mesokran
Längen-Höhen-I.	orthokran	orthokran	orthokran
Breiten-Höhen-I.	akrokran	akrokran	metriokran
Tranv. Frontoparietal-I.	eurymetop	eurymetop	metriometop
Obergesichts-I.	euryen	mesen	mesen
Nasal-I.	mesorrhin	mesorrhin	chamaerrhin
Orbital-I.	chamaeconch	chamaeconch	chamaeconch

Tabelle 2b. Vergleich der Klassifikation der Indices (Mittelwerte) der regionalen, zeitspezifischen Vergleichsgruppen (weibliche Stichprobe).

Index	Westeuropa	Osteuropa	Nordwestafrika
Längen-Breiten-I.	dolichokran	dolichokran	mesokran
Längen-Höhen-I.	orthokran	orthokran	orthokran
Breiten-Höhen-I.	akrokran	akrokran	metriokran
Tranv. Frontoparietal-I.	eurymetop	eurymetop	metriometop
Obergesichts-I.	euryen	mesen	euryen
Nasal-I.	mesorrhin	mesorrhin	chamaerrhin
Orbital-I.	chamaeconch	chamaeconch	chamaeconch

W. Henke
Spätpleistozäne und frühholozäne Hominidenmorphologie und Klima

Tabelle 3a. Mittelwerte und Standardabweichungen der jungpaläolithischen und mesolithischen Vergleichsgruppen s./l. (männliche Stichproben).

Variable/ Jungpaläolithiker	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	196,13	5,68	30
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	140,66	6,20	29
Längen-Breiten-Index	71,89	3,40	27
Nasenbreite (M 54)	25,46	2,40	24
Nasenhöhe (M 55)	52,82	3,89	22
Nasal-Index	47,87	4,72	22

Variable/ Frühe Mesolithiker	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	193,71	7,44	42
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	136,91	5,75	42
Längen-Breiten-Index	70,69	4,32	41
Nasenbreite (M 54)	24,41	3,00	32
Nasenhöhe (M 55)	52,47	3,67	36
Nasal-Index	48,49	5,65	30

Variable/ Späte Mesolithiker	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	190,49	7,67	75
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	138,69	6,20	77
Längen-Breiten-Index	72,99	4,00	71
Nasenbreite (M 54)	25,37	1,94	46
Nasenhöhe (M 55)	51,84	3,75	44
Nasal-Index	49,15	5,50	36

Variable/ Iberomaurusier	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	194,53	6,03	40
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	145,35	5,08	40
Längen-Breiten-Index	74,67	3,01	39
Nasenbreite (M 54)	28,34	1,93	32
Nasenhöhe (M 55)	53,14	2,70	32
Nasal-Index	53,45	3,42	29

Variable/ Capsier/Columnatier	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	189,14	5,18	7
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	144,50	7,25	8
Längen-Breiten-Index	77,24	3,97	7
Nasenbreite (M 54)	25,67	1,33	3
Nasenhöhe (M 55)	51,33	2,33	3
Nasal-Index	50,06	2,04	3

Tabelle 3b. Mittelwerte und Standardabweichungen der jungpaläolithischen und mesolithischen Vergleichsgruppen *s.l.* (weibliche Stichproben).

Variable/ Jungpaläolithikerinnen	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	183,96	6,77	27
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	137,17	5,71	29
Längen-Breiten-Index	74,25	3,28	25
Nasenbreite (M 54)	24,63	2,22	16
Nasenhöhe (M 55)	48,94	2,95	17
Nasal-Index	50,26	3,94	16

Variable/ Frühe Mesolithikerinnen	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	182,45	6,32	20
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	133,74	6,57	19
Längen-Breiten-Index	73,09	3,88	19
Nasenbreite (M 54)	22,87	1,64	15
Nasenhöhe (M 55)	50,13	4,34	15
Nasal-Index	45,82	4,94	14

Variable/ Späte Mesolithikerinnen	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	182,48	6,69	61
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	136,42	6,15	62
Längen-Breiten-Index	74,90	3,57	60
Nasenbreite (M 54)	24,36	2,68	33
Nasenhöhe (M 55)	49,27	3,88	37
Nasal-Index	48,86	3,60	31

Variable/ Iberomaurusierinnen	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	182,54	8,30	24
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	140,35	4,95	23
Längen-Breiten-Index	77,12	4,32	22
Nasenbreite (M 54)	26,84	2,51	16
Nasenhöhe (M 55)	49,19	4,25	16
Nasal-Index	54,73	4,93	16

Variable/ Capsier-/Columnatierinnen	MW	Stdabw	n
Größte Hirnschädellänge (M 1)	182,50	5,93	8
Größte Hirnschädelbreite (M 8)	142,00	5,39	7
Längen-Breiten-Index	78,17	4,22	7
Nasenbreite (M 54)	25,00	4,36	3
Nasenhöhe (M 55)	50,00	4,24	2
Nasal-Index	55,26	6,10	2

Tabelle 4. Ergebnisse der Diskriminanzanalyse europäische *versus* nordwestafrikanische Vergleichsgruppen (männliche Stichprobe, DF 1).

Prädiktionsergebnisse			
Aktuelle Gruppe	(N)	Europa	NW-Afrika
Europa	119	107 (89,9%)	12 (10,1%)
NW-Afrika	38	8 (21,1%)	30 (78,9%)
Anzahl der korrekt klassifizierten Fälle			87,3%

Hauptdiskriminatoren der DF 1	Stand. DF-Koeffizient
Größte Hirnschädelbreite	(M 8) +0,74085
Nasenbreite	(M 54) +0,70958
Kl. Stirnbreite	(M 9) -0,59963
Orbitalbreite	(M 51) -0,47018
Basion-Brgema-Höhe	(M20) -0,42180
Obergesichtshöhe	(M48) -0,37451
ferner M 17, M 45, M 5 und M 28	

Tabelle 5. Ergebnisse der Diskriminanzanalyse europäische *versus* nordwestafrikanische Vergleichsgruppen (weibliche Stichprobe, DF 2).

Prädiktionsergebnisse			
Aktuelle Gruppe	(N)	Europa	NW-Afrika
Europa	79	65 (82,3%)	14 (17,7%)
NW-Afrika	21	6 (28,6%)	15 (71,4%)
Anzahl der korrekt klassifizierten Fälle			80,0%

Hauptdiskriminatoren der DF 1	Stand. DF-Koeffizient
Nasenbreite	(M 54) +0,83336
Ohrhöhe	(M20) -0,54105
Größte Hirnschädellänge	(M 1) -0,50319
Größte Stirnbreite	(M 10) +0,45469
Med.sag. Parietalbogen	(M 27) +0,32752
Basion-Bregma-Höhe	(M 17) +0,25681

Tabelle 6. Ergebnisse der Diskriminanzanalyse europäische *versus* nordwestafrikanische Vergleichsgruppen (Gesamtstichprobe, DF 3).

Prädiktionsergebnisse			
Aktuelle Gruppe	(N)	Europa	NW-Afrika
Europa	198	146 (73,7%)	52 (26,3%)
NW-Afrika	59	14 (23,7%)	45 (76,3%)
Anzahl der korrekt klassifizierten Fälle			74,32

Hauptdiskriminatoren der DF 1	Stand. DF-Koeffizient
Nasal-Index	+0,84032
Breiten-Höhen-Index	-0,41645
Transv. Frontal-Index	-0,37951
Orbital-Index	+0,22824
Jugofrontal-Index	-0,19125

Tabelle 7. Ergebnisse der kanonischen Diskriminanzanalyse europäische *versus* nordwestafrikanische zeitspezifische Vergleichsgruppen (Gesamtstichprobe; Indices, DF 4).

Prädiktionsergebnisse (%)					
Aktuelle Gruppe	(N)	JPL	FML	SML	IBM
Jungpaläolithikum (JPL)	28	64,3	7,1	17,9	10,7
Früh-Mesolithikum (FML)	70	21,4	45,7	22,9	10,0
Spät-Mesolithikum (SML)	95	16,8	12,6	50,5	20,0
Iberomaurusium (IBM)	51	5,9	0	19,6	74,5
Anzahl der korrekt klassifizierten Fälle					55,7

Hauptdiskriminatoren der DF 1	Funk 1	Funk 2	Funk 3
<i>Nasal-Index</i>	+0,87160	0,11341	-0,28526
<i>Breiten-Ohrhöhen-Index</i>	-0,50706	-0,20124	-0,38897
Transv. Frontal-Index	-0,35260	0,34328	0,07326
Breiten-Höhen-Index	0,31757	0,99608	0,37707
Längen-Breiten-Index	0,30967	1,04874	0,38815
Obergesichtsindex	0,09391	0,42426	-0,09474
Jugofrontal-Index	-0,03446	-0,41165	0,80251
Orbital-Index	0,05286	0,58064	-0,23103