

- SUDHAUS W & REHFELD K (1992) Einführung in die Phylogenetik und Systematik. Stuttgart, Jena, New York.
 ULLRICH H (1994) Embryologie und Homologie: Die Gaupp-Reichertsche Theorie. Stud. Int. J. 1, 15-24.
 VAN VALEN L (1982) Homology and causes. J. Morphol. 173,

305-312.

- WILLMANN R (1985) Die Art in Raum und Zeit. Berlin und Hamburg.
 WUKETITS FM (1982) Grundriß der Evolutionstheorie. Darmstadt.

Adam kam aus ... Neues zur Ausbreitungsgeschichte des Menschen

Sigrid Hartwig-Scherer, Frühlingstr. 67a,
 D-85354 Freising

Zusammenfassung: Bezüglich des Ursprungsortes und Ausbreitungszentrums des anatomisch-modernen Menschen wird die Monoregionale Evolutionsvorstellung mit mehrheitlichem Konsens der Multiregionalen Hypothese vorgezogen. Bislang galt Afrika als der Ort des Hauptgeschehens, sowohl was die Evolution des anatomisch-modernen Menschen als auch die des *Homo erectus* betrifft. Verschiedene neuere Erkenntnisse erfordern eine Umorientierung bezüglich dieser Vorstellung. So finden sich vermehrt Hinweise darauf, daß *Homo sapiens*-Formen im Nahen Osten (Israel) ebenso alt gewesen sein können wie in Afrika und daß sie sich von ihrer Morphologie als Ausgangsformen gleichermaßen eignen. Außerdem erfordert die Neudatierung javanischer *Homo erectus*-Fossilien auf 1,6-1,8 Millionen Jahre eine Revision der Vorstellung, daß diese Menschenform in Afrika entstand und erst relativ spät diesen Kontinent verließ. Die neueren Erkenntnisse aus Chronologie, Morphometrie und Molekularbiologie sind möglicherweise auch mit der Vorstellung vereinbar, daß sowohl der moderne Mensch als auch andere Menschenformen im Nahen Osten entstanden sein könnten.

Widersprüchliche Theorien

Eine zentrale Debatte der Anthropologie der 80er Jahre rankte sich um den Ursprungsort und das Ausbreitungszentrum des anatomisch-modernen Menschen. Zwei grundlegend verschiedene Modelle wurden und werden diskutiert: (a) Multiregionale Evolution (WOLPOFF 1989; WOLPOFF & THORNE 1991; auch Regionale Kontinuität, Kandelabermodell, Noahs Söhne, Neandertalphasenmodell genannt) und (b) das „Single-Origin“-Modell (STRINGER 1991; STRINGER & ANDREWS 1988; auch unter Arche-Noah Modell, Garten-Eden-Modell, „Out of Afrika 2“, Mutter-Eva-Hypothese, „Population replacement“ bekannt). Ersteres Modell nimmt an, daß der heu-

tige Mensch an verschiedenen Orten gleichzeitig aus lokalen Vertretern des *H. erectus* evolvierte. Das zweite postuliert einen einzigen Entstehungsort, von dem aus sich der anatomisch-moderne Mensch über die Alte Welt ausbreitete und frühere Menschenformen ersetzte. Der klar favorisierte Ursprungsort war bisher Afrika, u. a. von Günter BRÄUER aus Hamburg begründet und vertreten (BRÄUER 1984; 1992). Für dieses Modell sprach unter anderem, daß die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung des heutigen Menschen an einem einzigen Ursprungsort größer erscheint als eine mehr oder weniger gleichzeitige und unabhängige Entstehung an mehreren Orten. Eine kontroverse Gegenüberstellung geben THORNE & WOLPOFF (1992) und WILSON & CANN (1992).

Mehrfacher Ursprung des Menschen?

Die ursprüngliche Interpretation mitochondrialer DNA-Daten (CANN et al. 1987), unter dem Begriff „Mutter-Eva-Hypothese“ bekannt geworden, war zunächst eines der stärksten Argumente für die „Out of Africa 2“-Hypothese. Da sich jedoch die vorgeschlagene Version mit afrikanischen Populationen als Stammbaumwurzel als statistisch nicht signifikant herausgestellt hat (MADDISON 1991; TEMPLETON 1992), ist die „Mutter-Eva“-Hypothese vermehrt in Kritik geraten. Das wurde von verschiedener Seite als Stärkung für die multiregionale Hypothese angesehen. Eine kürzlich in *Nature* erschienene Arbeit chinesischer Forscher wird von deren Autoren als Unterstützung des Multiregionalen Modells gewertet (CHEN et al. 1994): ein in den 80er Jahren gefundener früher archaischer *Homo sapiens* aus Jinniushan (China) wurde kürzlich auf 200.000 Jahre datiert und lebte möglicherweise zeitgleich mit den spätesten *erectus*-Formen aus Zhoukoudian. Die Autoren sehen im neu rekonstruierten Schädel klare Hinweise für eine lokale Kontinuität im *erectus-sapiens* Übergangsfeld und grenzen diesen chinesischen

Übergang gegen die Afro-Europäische Linie ab. Der Fund zweier mittelpaleozäner Schädel (Hubei-Provinz, China), die auf ca. 350.000 Jahre datiert wurden und eine Kombination von *sapiens*- und *erectus*-Merkmale aufweisen, ist zuvor schon für die multiregionale Deutung herangezogen worden (LI & ETTLER 1992).

Einmalige Entstehung des Menschen

Zwei weitere Arbeiten richten sich nun explizit gegen das multiregionale Modell: Bowcock et al. (1994) untersuchten eine größere Anzahl hochvariabler Genloci (Genorte) in Mikrosatelliten (kurze Reststücke eines Chromosomenarms). Diese Untersuchungen, die sich im Gegensatz zu anderen genetischen Arbeiten nicht auf ein einziges Locus beschränken, können die geographische Herkunft einzelner Individuen mit ziemlicher Genauigkeit bestimmen. Der Vergleich einzelner Populationen ergab, daß die Diversität in den Mikrosatelliten in Afrika am höchsten ist – im Gegensatz zu manch anderen kernkodierten Markern.

**Vielleicht kann der Nahe Osten
auch als Ausbreitungszentrum
angesehen werden.**

Neue morphologische Untersuchungen, die von Diane WADDLE von der State University of New York at Stony Brook an pleistozänen Schädeln durchgeführt wurden, bestätigen erneut die „Single-Origin“-Hypothese (WADDLE 1994). Das besondere der Arbeit liegt jedoch nicht in einer weiteren Schwächung des Multiregionalen Modells, sondern in der Verschiebung des Ausbreitungszentrums: der Nahe Osten, auch Levantischer Korridor, sprich Israel, genannt, rückt ins Zentrum des Interesses, auch wenn WADDLE dieses Ergebnis noch etwas zurückhaltend formuliert. Mittels Matrix-Korrelationen vergleicht sie die beobachteten morphologischen Distanzen mit solchen, die man jeweils für die verschiedenen Hypothesen erwarten würde. Die Hypothese, die der beobachteten Distanzmatrix am nächsten kommt, „gewinnt“. 83 untersuchte Schädel wurden in 3 zeitliche und 4 geographische Einheiten untergliedert (Zeiträume: 600.000-125.000, 125.000-32.000, 32.000-8.000 Jahre; Geographische Regionen: Westeuropa/Osteuropa/Südwestasien/Afrika). Die größte Ähnlichkeit der Matrizen bestätigte das „Single-Origin-Modell“ mit Israel als Zentrum: während für Afrika ein Korrelationskoeffizient von 0.407 ermittelt wurde, beträgt er für Israel 0.577.

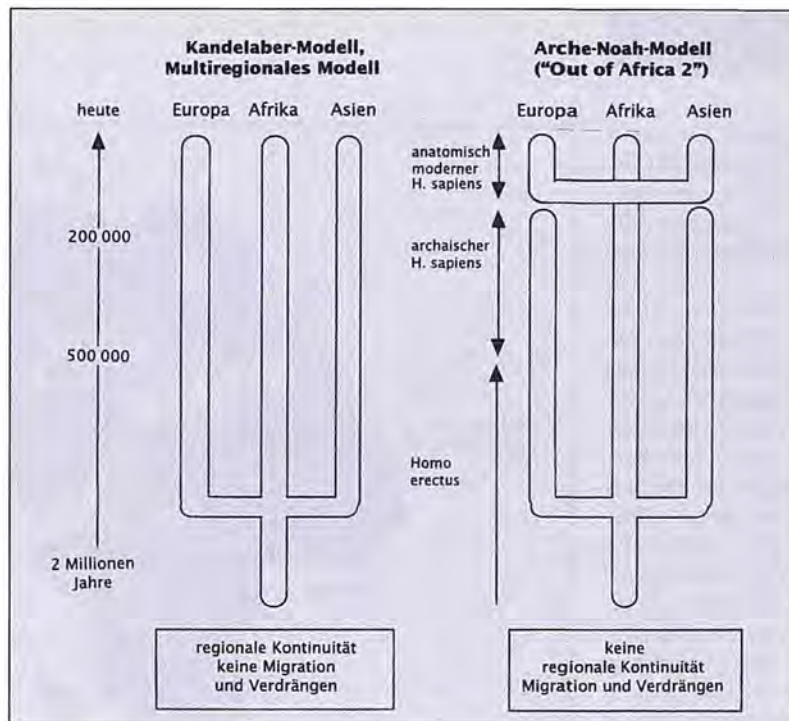


Abb. 1: Zwei kontroverse Vorstellungen zur Entwicklung des anatomisch-modernen Menschen: a) das Multiregionale Modell (Kandelaber-Modell) versteht die heutigen Populationen als direkte Nachfahren von *H. erectus*, der vor fast 2 Millionen Jahren Afrika verlassen hat. An verschiedenen Orten haben sich *erectus*-Populationen zu *Homo sapiens* entwickelt (regionale Kontinuität). b) Das Single-Origin-Modell (modifiziert nach LEWIN 1992) geht davon aus, daß nur eine Population (bei den meisten Autoren bis jetzt die Afrikanische) überlebte, die die archaische *sapiens*-Form hervorbrachte und im Zuge ihrer Verbreitung über die Alte Welt die anderen Formen verdrängte.

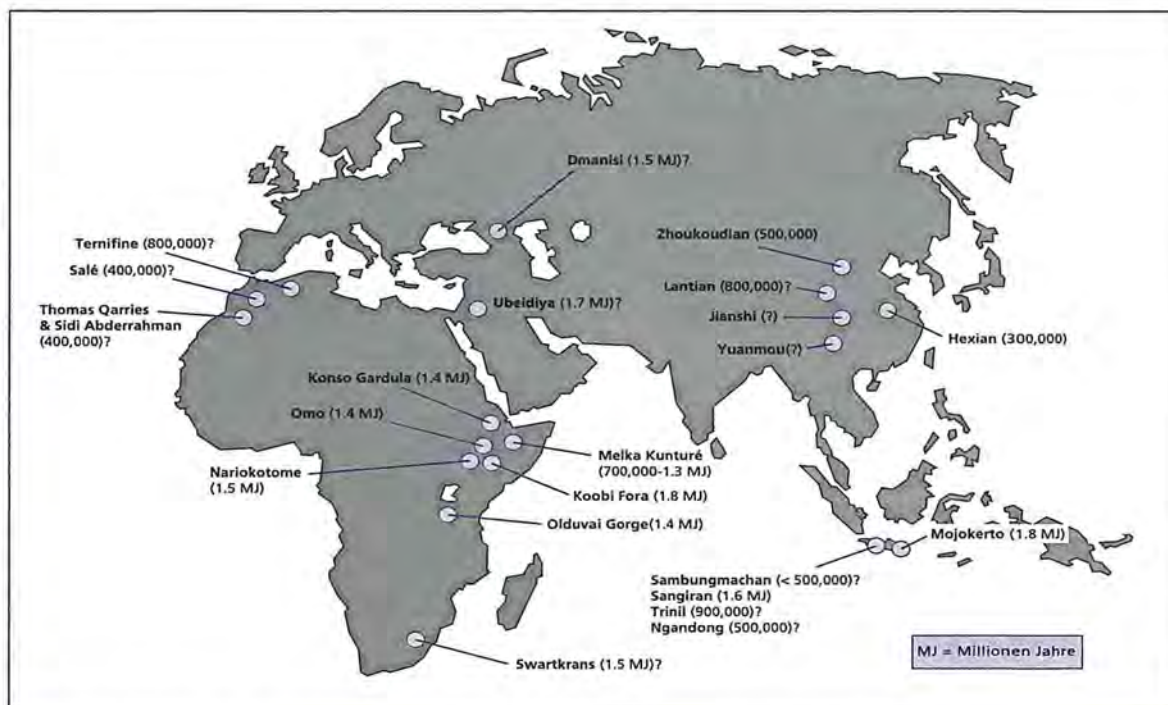
Schon seit gewisser Zeit diskutiert man Fossilien aus Afrika und Israel im Sinne eines Afro-Levantischen Ursprungs des heutigen Menschen (FOLEY & LAHR 1992). Genetische Untersuchungen, die Afrika als Zentrum postulieren, können nicht als Evidenz gegen Israel herangezogen werden, solange keine Populationen aus dem Nahen Osten berücksichtigt wurden. Bei oben besprochener Arbeit von Bowcock et al. (1994) wurden zwar drei Populationen von Gebieten südlich der Sahara, zwei von Europa, drei von Ostasien, drei von Ozeanien, und drei von Amerika untersucht, ohne jedoch Populationen vom Nahen Osten oder angrenzenden Gebieten einzubeziehen. Vielleicht kann der Nahe Osten nun nicht nur als biogeographischer Korridor zwischen Afrika und Asien bzw. Europa, sondern auch als Ausbreitungszentrum angesehen werden.

Ursprung von *Homo erectus*

Nicht nur „Out of Africa 2“, das von jeher recht kontrovers diskutiert wurde, ist ins Wanken geraten, sondern auch das Modell „Out of Africa 1“, das auch für *H. erectus* Afrika als Ursprungsland und Ausbreitungszentrum annimmt. Bisher ging man davon aus, daß in Afrika die weitaus ältesten *H. erectus*-Funde vorkommen, während alle außerafrikani-

Abb. 2: *H. erectus*-Fundstellen mit entsprechendem geologischen Alter (gemäß klassischer Datierung).

Während man bis 1994 annahm, daß die ältesten Formen von Afrika kamen, ergaben Neudatierungen von javanischen *H. erectus*-Fossilien ein mindestens gleich hohes Alter. Beachte, daß ähnlich alte *H. erectus*-Fossilien nicht nur in Südostasien und Afrika, sondern womöglich auch im Nahen Osten vorkamen.



schen Funde jünger als eine Million Jahre seien. Alle Datierungen außerhalb Afrikas, die die Millionen-grenze überschritten, standen auf relativ schwachen Beinen und wurden verworfen.

Neue Datierungen aus Ost- und Südostasien deuten jedoch auf eine sehr frühe Besiedlung Asiens hin – viel früher, als man bisher annahm. In Java wurden mittels Kalium-Argon-Datierungsmethoden Schichten, aus denen das Modjokerto-Kind (*H. erectus*) geborgen wurde, auf 1,8 Millionen Jahre neu datiert (SWISHER III et al. 1994). Obwohl CURTIS in den 60er Jahren ein ähnlich hohes Alter vorgeschlagen hatte, wurden seine Ergebnisse als problematisch angesehen, da die Kalium-Armut der zu datierenden Schichten dazu zwang, sehr viel Substrat aufzuarbeiten, wodurch mit hohen Fehlerquoten zu rechnen ist. Durch die neue, an zwei Stellen wiederholte Datierung *erectus*-führender Schichten werden die südostasiatischen *H. erectus* Funde genauso alt wie die ältesten aus Afrika. Man könnte diesen Befund einmal als Bestätigung werten, daß es sich bei den afrikanischen und asiatischen Formen nicht um eine, sondern um zwei Arten handelt: *H. ergaster* (WOOD 1992) und *H. erectus*. Ob getrennte Arten oder nur unterschiedliche Populationen – beide Formen sind ab 1,8 Millionen Kalium-Argon-Jahren offensichtlich getrennte Wege gegangen. Falls sie auf eine gemeinsame afrikanische Stammform zurückgehen, hat die spätere asiatische Form Afrika vor der Erfindung der Faustkeile verlassen, was das bisher unverstandene Fehlen dieser Steinwerkzeuge in Ost- und Südostasien erklären würde. Auf der anderen Seite könnten asiatische und afrikanische Form genausogut außerhalb Afrikas entstanden sein. Wenn man einen 1,8 Millionen Jahre alten *H. erectus* in Afrika und einen gleichalten in Südostasien hat – was liegt näher, als das Entste-

hungszentrum irgendwo dazwischen zu suchen? 1982 berichteten REPENNING & FEJFAR (1982) über eine etwa zwei Millionen Jahre alte *erectus*-führende Schicht in Ubeidiya, Israel. Auch wenn diese Datierung nicht unbestritten blieb, wird der Nahen Osten als Ausbreitungszentrum und Ort der Entwicklung – nicht nur für *Homo sapiens*, sondern auch für *H. erectus* – vermehrt in Erwägung gezogen.

Literatur

- BOWCOCK AM, RUIZ-LINARES A, TOMFOHRDE J, MINCH E, KIDD JR & CAVALLI-SFORZA LL (1994) High resolution of human evolutionary trees with polymorphic microsatellites. *Nature* 368, 455-457.
- BRÄUER G (1984) Präsaapiens-Hypothese oder Afro-europäische Saapiens-Hypothese? *Z. Morphol. Anthropol.* 75, 1-25.
- BRÄUER G (1992) Africa's place in the evolution of *Homo sapiens*. In: BRÄUER G & SMITH FH (ed) *Continuity or Replacement: Controversies in Homo sapiens Evolution* (pp. 83-98). Rotterdam: Balkema.
- CANN R, STONERLING M & WILSON A (1987) Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature* 325, 31-36.
- CHEN T, YANG Q & WU E (1994) Antiquity of *Homo sapiens* in China. *Nature* 368, 55-56.
- FOLEY RA & LAHR MM (1992) Beyond „out of Africa“: reassessing the origins of *Homo sapiens*. *J. Hum. Evol.* 22, 523-529.
- LI T & ETTLER D (1992) New Middle Pleistocene hominid crania from Yunxian in China. *Nature* 357, 404-407.
- MADDISON DR (1991) African origin of human mitochondrial DNA reexamined. *Syst. Zool.* 40, 355-363.
- REPENNING CA & FEJFAR O (1982) Evidence for earlier date of Ubeidiya, Israel, hominid site. *Nature* 299, 344-347.
- STRINGER CB (1991) Die Herkunft des anatomisch modernen Menschen. *Spektrum d. Wiss.* S. 112-120.

- STRINGER CB & ANDREWS P (1988) Genetic and fossil evidence for the origin of modern humans. *Science* 239, 1263-1268.
- SWISHER III CC, CURTIS GH, JACOB T, GETTY AG, SUPRIJO A & WIDIASMORO (1994) Age of the earliest known hominids in Java, Indonesia. *Science* 263, 1118-1121.
- TEMPLETON AR (1992) Human origins and analysis of mitochondrial DNA sequences. *Science* 255, 737.
- THORNE AG & WOLPOFF MH (1992) Multiregionaler Ursprung der modernen Menschen. *Spektrum d. Wiss. Juni*, S. 72-79.
- WADDLE D (1994) Matrix correlation tests support a single origin for modern humans. *Nature* 368, 452-455.
- WILSON AC & CANN RL (1992) Afrikanischer Ursprung des modernen Menschen. *Spektrum d. Wiss. Juni*, S. 72-79.
- WOLPOFF MH (1989) Multiregional evolution: The fossil alternative to Eden. In: MELLARS P & STRINGER C (eds): *The Human Revolution. Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans* (pp. 62-108). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- WOLPOFF MH & THORNE AG (1991) A case against Eve. *New Scientist* 130, 1774, June, 22, 37-41.
- WOOD BA (1992) Origin and evolution of the genus *Homo*. *Nature* 355, 783-790.

Hinweise zur kontroversen Diskussionslage in der heutigen Kosmologie¹

Horst W. Beck, Sommerhalde 10,
D-72270 Baiersbronn

Norbert PAILER hat mit den Titeln „Neues aus der Planetenforschung“ und „Geheimnisvolles Weltall“ (PAILER 1994a; 1994b) beeindruckend gezeigt, wie die jüngste Beobachtungsdatenlage der Astronomie und Astrophysik, von unserem Sonnensystem angefangen bis zu den nahen und fernstvermuteten Galaxien, das Weltall ziemlich rätselhaft erscheinen läßt. Generell kann man sagen, daß die neuere Datenlage ein klares Raum-Zeit-Bild unseres Universums derzeit nicht zuläßt.

Der schwedische Nobelpreisträger für kosmische Plasmaphysik, Hannes ALFVÉN, hat vor einigen Jahren auf der Nobelpreisträgertagung in Lindau die erstaunten Teilnehmer aufgefordert: Man sollte im Augenblick mit der Behauptung und der Verfechtung bestimmter kosmologischer Modellvorstellungen pausieren und die überraschenden Daten der Weltraumforschung auswerten. Viel Neues wäre zu erwarten. In der Tat!

Wie alles derzeit in Fluß kommt, demonstriert ein die Fachwelt herausforderndes Buch des heute am Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching arbeitenden Halton C. ARP in exemplarischer Weise. Im folgenden ist eine knappe Skizze der ARPschen Intention geboten.

Halton ARP, inzwischen das „enfant terrible“ unter den Astrophysikern und Kosmologen, hält seit einem Vierteljahrhundert die Fachwelt in Atem mit Meßdaten über Galaxienstrukturen, Quasare und sonstige intergalaktische Materiebrücken, die in das konventionelle Expansionsbild des Materiekosmos nicht mehr passen. An seinem persönlichen Weg in der Zunft der Astrophysiker wird das Konventions- und Weltanschauungsproblem in der Kosmologie drastisch beleuchtet.

In *Quasars, Redshifts, and Controversies* (ARP 1987) gibt ARP einen ungeschminkten Einblick in den gegenwärtigen kontroversen Diskussionsstand in der Kosmosphysik. Zwei Absichten verfolgt ARP mit dem herausfordernden Buch: Erstens neue Erkenntnisse der Astrophysik, für die eine starke Evidenz aus den Beobachtungsdaten besteht, über Fachpublikationen hinaus bekannt zu machen. Zum zweiten ist der ethische Apell an die Fachwelt markig: Verdrängt nicht unerwartete Beobachtungsevidenzen und seid bereit, eingewöhnte Konventionen zu revidieren! Das Buch war auch deshalb fällig, weil ARP und seine Gruppe an der Publikation der unpassenden Ergebnisse in Fachjournalen zunehmend gehindert wurden. An den großen Teleskopen wurden der ARP-Gruppe Schritt für Schritt Forschungsverantwortung und Benutzerzeiten beschritten. Diesem Tatbestand widmet der Autor ein erhellen-des Kapitel: „The Sociology of the Controversy“ (S. 165-172). Der Physikhistoriker Thomas KUHN (1967) wird hier in seinem Urteil, der Fortschritt der Physik sei durch Paradigmenkämpfe in Wissenschaftlergemeinschaften erkaufte, am drastischen Beispiel glänzend bestätigt. In der Kosmologie wird die Weltanschauungsgebundenheit besonders eklatant. Respekt vor der anspruchsvollen Materie und den erlauchten Fachleuten darf nicht hindern, ein eigenes Urteil unter Wahrnehmung der Kontroversen zu finden. Insoweit sind wir ARP dankbar, daß er den Weltanschauungsstreit über den Urknallglauben als Forschungsbeteiligter aus erster Hand öffentlich macht.

Das Anliegen ARPs sei knapp skizziert und kommentiert:

a) Seit 1924 hat Edwin HUBBLE demonstriert, daß die Strahlungsspektren der Galaxien, als riesige Sternhaufen erkannt, in Abhängigkeit von ihrer 'scheinbaren Helligkeit', die als indirektes Maß für