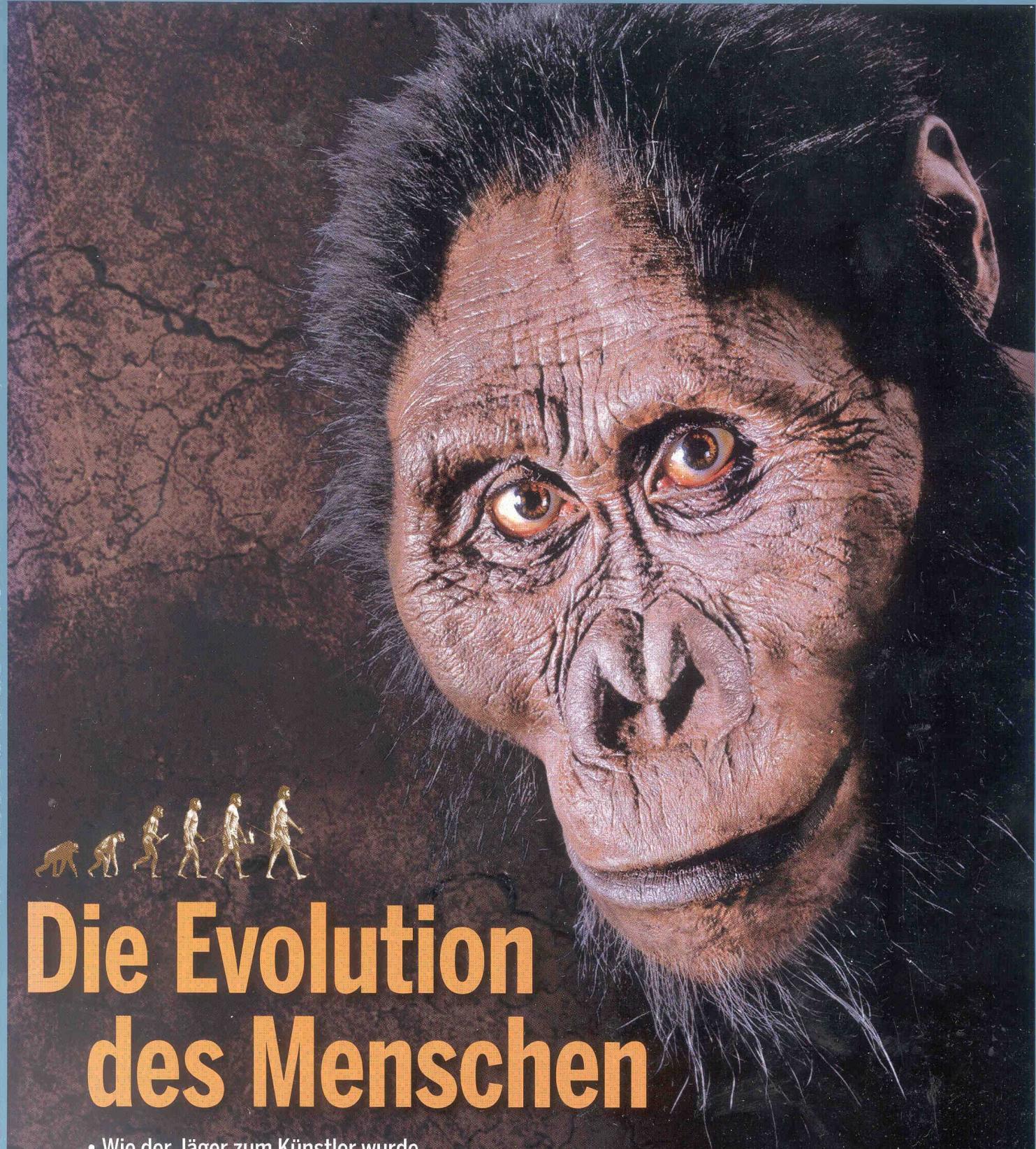


GEO kompakt

Nr. 4

Die Grundlagen des Wissens



Die Evolution des Menschen

- Wie der Jäger zum Künstler wurde
- Warum der Neandertaler ausgestorben ist
- Auf welche Weise Homo sapiens die Welt eroberte

»Lucy« (*Australopithecus afarensis*), ein 3,5 Mio. Jahre alter Vorfahre des Menschen

ISBN 978-3-570-19574-1

€ 8,00

[D]



9 783570 195741

www.GEOkompakt.de

Gruner + Jahr AG & Co KG, Druck- und Verlagshaus,
Am Baumwall 11, 20459 Hamburg, Postanschrift
für Verlag und Redaktion: 20444 Hamburg,
Telefon 040 / 37 03 0, Telefax 040 / 37 03 56 47, Telex 21 95 20.
Internet: www.GEOkompakt.de

HERAUSGEBER

Peter-Matthias Gaede

CHEFREDAKTEUR

Michael Schaper

GESCHÄFTSFÜHRENDE REDAKTEURE

Jutta Krüger, Martin Meister, Claus Peter Simon

CHEF VOM DIENST

Hans-Joachim Ziemann,

Rainer Droske (Technik)

TEXTREDAKTION

Dr. Henning Engeln

Freie Mitarbeit: Jörn Auf dem Kampfe, Jürgen Bischoff

ART DIRECTION

Freie Mitarbeit: Torsten Laaker

BILDREDAKTION

Heldrun Günther

Freie Mitarbeit: Roman Rahmacher

DOKUMENTATION

Freie Mitarbeit: Susanne Gilges

Friederike Eggers, Christine Heidemann,

Andreas Sedlmaier, Bettina Süsemilch;

Dr. Arno Nehls

KARTOGRAPHIE

Stefanie Peters

MITARBEITER DIESER AUSGABE

Freie Mitarbeit: Ernst-Arthur Albaum, Andreas Boock, Bettina Gartner, Bleibe General, Susanne Gilges, Dr. Matthias Glaubrecht, Christine Heidemann, Till Hein, Hans-Joachim Heinrich, Katharina Kramer, Dr. Erwin Lausch, Franz Lenz, Dr. Martin Lindner, Tatjana Lorenz, Harald Martenstein, Stephanic Müller, Martin Paetsch, Claus-Peter Sesin, Jochen Stuhmann, Eric Tscherne, Tim Wehrmann

REDAKTIONSSISTENZ:

Ursula Arens

HONORARE:

Angelika Györffy

SCHLUSSREDAKTION:

Freie Mitarbeit: Ralf Schulte;

Dirk Krömer; Assistenz: Hannelore Koehl

BILDARCHIV: Bettina Schirrens, Gunda Lerche,

Gudrun Lüdemann, Peter Müller

REDAKTIONSBURO NEW YORK:

Brigitte Barkley;

Nadja Mästr (Leitung), Wilma Simon, Katherine D. Clad (Sekretariat);

375 Lexington Avenue, New York, NY 10017-5514, Tel. 001-212-499-8100,

Fax 001-212-499-8105, E-Mail: geo@geo-ny.com

Verantwortlich für den redaktionellen Inhalt:

Michael Schaper

VERLAGSLEITUNG:

Dr. Gerd Brüne, Ove Saffe

ANZEIGENLEITUNG:

Anke Wiegel

VERTRIEBSLEITUNG:

Ulrike Kleimann

MARKETINGLEITER:

Jan-Piet Stempels

HERSTELLER:

Peter Grimm

ANZEIGENABTEILUNG:

Anzeigenverkauf: Ute Wangermann,

Tel. 040 / 37 03 39 32; Fax 040 / 37 03 57 73; Anzeigendisposition:

Wolfgang Rüders, Tel. 040 / 37 03 58 24; Fax 040 / 37 03 57 73

ANZEIGENREPRÄSENTANT DES QUARTALS:

Andreas Grimm

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 1/2005

Der Export der Zeitschrift GEO kompakt und deren Vertrieb im Ausland sind nur mit Genehmigung des Verlages statthaft. GEO kompakt darf nur mit Genehmigung des Verlages in Lesezirkeln geführt werden.

Bankverbindung: Deutsche Bank AG Hamburg,

Konto 0322800, BLZ 200 700 00

Heft-Preis: 7,50 Euro • ISBN-Nr. 3-570-19570-8

© 2005 Gruner + Jahr Hamburg

ISSN 1614-6913

Litho: amat Media, Hamburg

Druck: Mohn Media MohnDruck GmbH, Gütersloh

Printed in Germany

GEO-LESERSERVICE

FRAGEN AN DIE REDAKTION

Telefon: 040 / 37 03 20 73; Telefax: 040 / 37 03 56 48

E-Mail: brf@geo.de

ABONNEMENT- UND EINZELHEFTBESTELLUNG

ABONNEMENT DEUTSCHLAND

Jahres-Abonnement: 26 €

BESTELLUNGEN:

Gruner + Jahr AG & Co KG

GEO-Kundenservice

20080 Hamburg

Telefon: 01805 / 861 80 03

(12 Cent / Min.)

KUNDENSERVICE ALLGEMEIN:

Mo-Fr 7.30 bis 20.00 Uhr:

Sa 9.00 bis 14.00 Uhr:

Telefon: 01805 / 861 80 03

Telefax: 01805 / 861 80 02

(12 Cent / Min.)

E-Mail: geo-service@guj.de

ABONNEMENT SCHWEIZ

GEO-Kundenservice

Postfach 5, 8960 Wolfurt

Telefon: 0820 / 00 10 85

Telefax: 0820 / 00 10 85

E-Mail: geo@abo-service.at

GEO-Kundenservice, Postfach, CH-6002 Luzern:

Telefon: 0041-41 / 329 22 20; Telefax: 0041-41 / 329 22 04

E-Mail: geo@leserservice.ch

BESTELLADRESSE FÜR

GEO-BÜCHER, GEO-KALENDER, SCHÜLER ETC.

SCHWEIZ

GEO-Versand-Service

Werner-Haas-Straße 5

74172 Neckarsulm

Telefon: 01805 / 06 20 00

(12 Cent / Min.)

Telefax: 01805 / 08 20 00

(12 Cent / Min.)

E-Mail: service@guj.com

ÖSTERREICH

GEO-Versand-Service

Postfach 5000

A-1150 Wien

BESTELLUNGEN PER TELEFON UND FAX FÜR ALLE LÄNDER

Telefon: 0049-1805 / 06 20 00; Telefax: 0049-1805 / 08 20 00

E-Mail: service@guj.com



Liebe Leserin, lieber Leser,

die Frage nach unserer Abstammung gehört zu den großen Rätseln der Menschheit. Woher kommen wir? Wann hat der Prozess der Menschwerdung begonnen? Welche Faktoren haben ihn ausgelöst und gesteuert? Und wie sind wir geworden, was wir sind?

Seit Jahrtausenden beschäftigen sich Gelehrte mit diesen Fragen – näher kommen sie wissenschaftlich fundierten Antworten aber erst seit knapp 150 Jahren. Im November 1859 veröffentlichte Charles Darwin seine Evolutionstheorie; drei Jahre zuvor waren in der Nähe von Düsseldorf Humanfossilien gefunden worden, die Wissenschaftler zum ersten Mal in der Geschichte systematisch untersuchten. Es waren, wie sich herausstellte, Relikte einer hominiden Art, von deren Existenz bis dahin niemand etwas geahnt hatte: des Neandertalers.

Damals begann die Forschungsreise des Menschen zurück zu seinen Wurzeln. Und es waren häufig wunderbar verrückte Einzelgänger, die unser Wissen über die Evolution der Gattung Homo entscheidend erweiterten. Unternehmungslustige Amateure wie der niederländische Arzt Eugène Dubois, der 1887 aufs Geratewohl nach Sumatra reiste, um dort das „missing link“ zwischen Affe und Mensch zu suchen. Geniale Sturköpfe wie der in Kenia geborene Louis Leakey, der 1926 gegen die Meinung fast aller Experten begann, in Afrika nach den Ahnen des *Homo sapiens* zu suchen – und 33 Jahre später auch wirklich einen fand. Aberglaubliche Fossilienjäger wie der Amerikaner Donald Johanson, der 1974 seinen rund drei Millionen Jahre alten Fund eines Affenmenschen kurzerhand „Lucy“ nannte – nach einem Beatles-Song, den er am Tag der Entdeckung gehört hatte.

Doch so viel wir auch in den vergangenen 150 Jahren über den Ursprung der Arten gelernt haben: Die meisten evolutionsbiologischen Erklärungen sind dennoch keine unumstößlichen Wahrheiten, „sondern Hypothesen und Denkmöbel, die aber enorme Erklärungskraft und große Plausibilität haben“, so mein Kollege Henning Engeln, der das Konzept für dieses Heft erarbeitet hat. Denn eines darf man bei allem Respekt vor der akribischen Forschung besonders in den letzten Jahrzehnten nie vergessen: Die Paläoanthropologen versuchen die rund sieben Millionen Jahre währende Entwicklungsgeschichte des Menschen aus gerade mal 3000 Funden herauszulesen. Das entspricht einem einzigen Fossil für einen Zeitraum von jeweils etwa 2500 Jahren.

In diesem Heft präsentieren wir die derzeit plausibelsten Theorien und Erkenntnisse, benennen aber auch die Meinungsverschiedenheiten, zu denen es unter den Urmenschenforschern immer wieder kommt und die es einem Laien häufig schwer machen, sich im Dickicht der einander widersprechenden Thesen zurechtzufinden.

Wir haben versucht, Ihnen einen Pfad durch dieses Dickicht zu schlagen – und laden Sie herzlich ein, ihm zu folgen.

Ihr


Michael Schaper

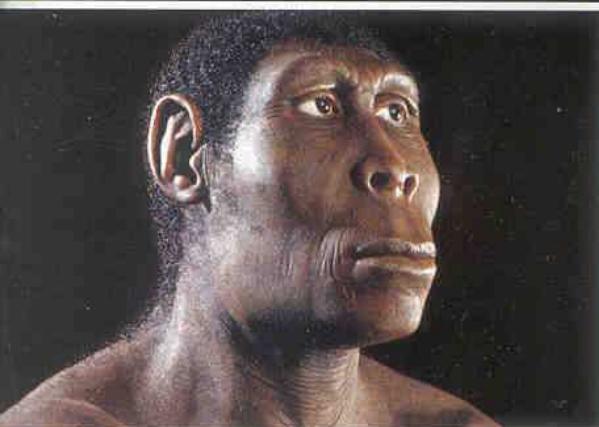
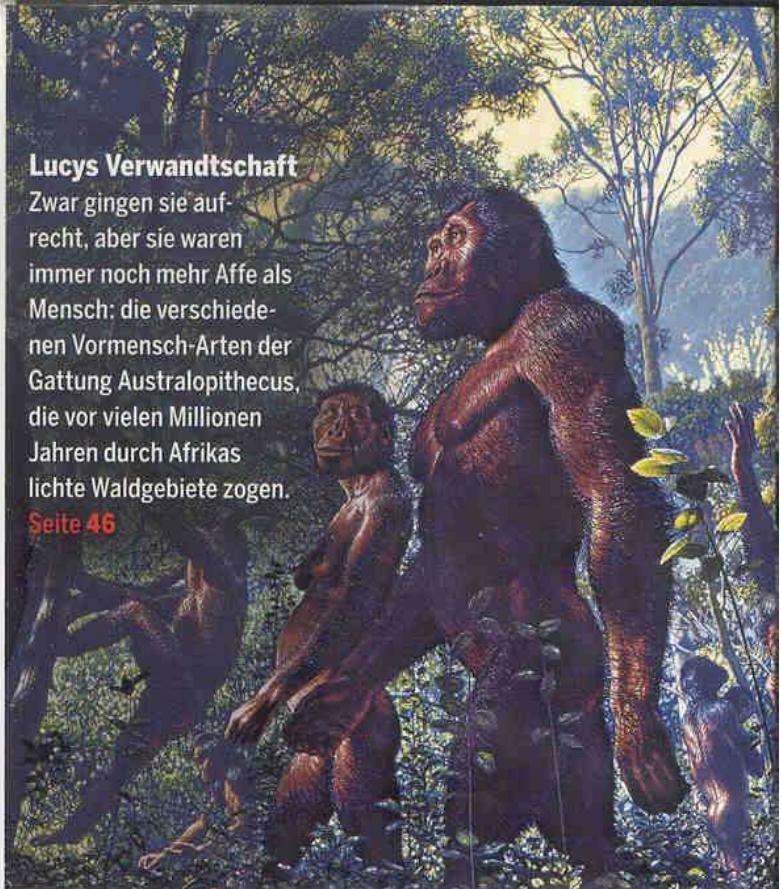
**Der lange Weg zum Menschen**

Mehr als 30 Millionen Jahre brauchte die Evolution für die Entwicklung des *Homo sapiens* – und brachte dabei viele Wesen hervor, die wir nur als Fossilien kennen. **Seite 6**

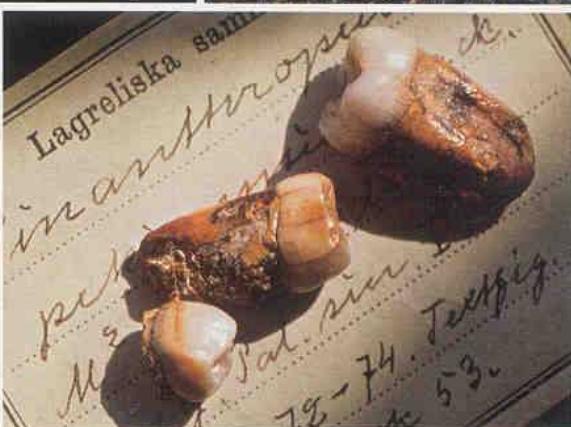
Lucys Verwandtschaft

Zwar gingen sie aufrecht, aber sie waren immer noch mehr Affe als Mensch: die verschiedenen Vormensch-Arten der Gattung *Australopithecus*, die vor vielen Millionen Jahren durch Afrikas lichte Waldgebiete zogen.

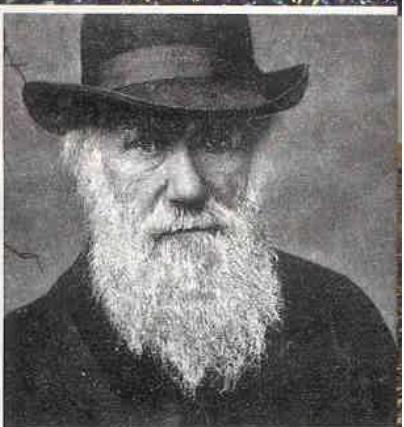
Seite 46



Ahnengalerie In einem von GEO geförderten Projekt des Hessischen Landesmuseums rekonstruierten Wissenschaftler und Künstler das Aussehen der wichtigsten Vor- und Urmenschenarten. **Seite 112**



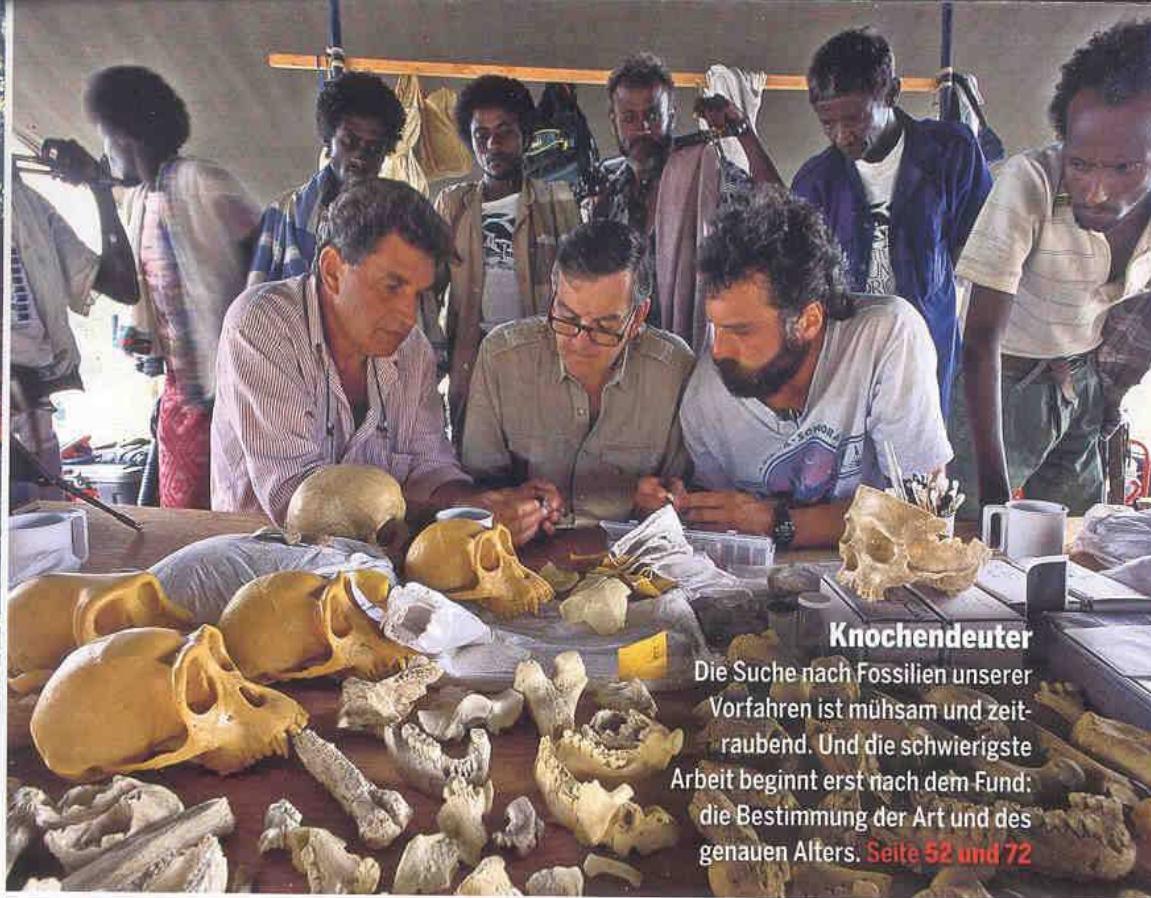
Die Spur der Wanderer Aufs Geratewohl sucht 1891 ein niederländischer Militärarzt auf der Insel Java nach dem Bindeglied zwischen Affe und Mensch. Und findet einen Zahn von *Homo erectus*, dem Nachkommen der ersten Auswanderer aus Afrika. **Seite 86**



Charles Darwin Der britische Naturforscher formuliert 1859 die Evolutionstheorie und postuliert als Erster, dass Mensch und Affe von gleichen Ahnen abstammen. **Seite 36**

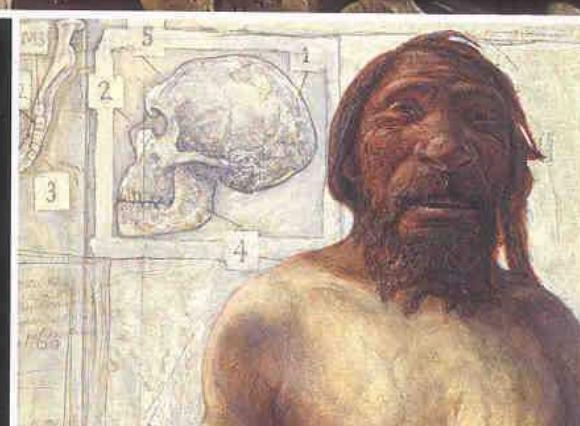
- > **Bildessay** Millionen Jahre alte Fossilien erhellen den langen Weg vom Affen zum heutigen Menschen
- > **Textessay** Der menschliche Stammbaum ist immer noch lückenhaft. Fest steht nur: das Ergebnis
- 24
- > **Die Primaten** Noch zu Zeiten der Dinosaurier begann die Jahrtausende währende Karriere der Herrentiere
- 30
- > **Charles Darwin** Wie der britische Gelehrte zu seiner Theorie über die Entstehung der Arten kam
- 36
- > **Aufrechter Gang** Wann begannen die Affenmenschen, sich aufzurichten – und was hat sie dazu gebracht?
- 38
- > **Lucys Verwandtschaft** Es gab viele verschiedene Vormenschen – aber nur einen, der zum Menschen wurde
- 46
- > **Fossilienjäger** Sie opfern Geld, Gesundheit und viel Zeit. Und stoßen manchmal auf eine Sensation
- 52
- > **Die Erfindung der Arbeit** Der erste Mensch entsteht – und beginnt, Feuer und Werkzeug zu nutzen

- 6
- > **Die Leakeys** Ein britischstämmiges Forscherpaar, das einen Anthropologen-Clan begründete
- 70
- > **Knochendeuter** Wie Wissenschaftler die fossilen Relikte der Menschheit enträtseln
- 72
- > **Das Prinzip des Werdens** Mutation, Selektion, Vererbung: die Mechanismen der Evolution
- 78
- > **Martensteins Welt (1)** Über abseitige Randgruppenknochen und das Spitzhörnchen-Phänomen
- 84
- > **Die Spur der Wanderer** Der Urmensch *Homo erectus* war bereits in vielen Weltgegenden verbreitet
- 86
- > **Insel der Zwerge** Im Jahre 2003 fand man auf Flores Fossilien einer bis dahin unbekannten Menschenart
- 98
- > **Erste Europäer** Wann kamen die ersten Urmenschen auf unseren Kontinent? Und wie sahen sie aus?
- 104
- > **Ahnengalerie** Von Lucy bis zum Neandertaler: die vielen Gesichter unserer Vorfahren und Verwandten
- 112



Knochendeuter

Die Suche nach Fossilien unserer Vorfahren ist mühsam und zeitraubend. Und die schwierigste Arbeit beginnt erst nach dem Fund: die Bestimmung der Art und des genauen Alters. [Seite 52 und 72](#)



Vor 2,5 Mio. Jahren Als Ostafrikas Wälder vertrockneten, tauchte in der Savanne eine neue Gattung auf – der Mensch. Der lernte bald, aus Steinen Werkzeug zu machen. [Seite 58](#)

Handwerks-Kunst Von Afrika aus besiedelte *Homo sapiens* die Erde und wanderte vor 40 000 Jahren auch in Europa ein. Immer zahlreicher und ausgefeilter wurden seine Werkzeuge – und immer vielfältiger wurde sein künstlerisches Schaffen. [Seite 132](#)

Neandertaler Er schmückte sich, kannte Totenrituale und konnte sprechen: Der Vetter des modernen Menschen war weiter entwickelt als lange geglaubt. Umso rätselhafter ist sein Verschwinden. [Seite 122](#)

- > **Svante Pääbo** Der Genetiker: Unsere Ahnen kamen tatsächlich aus Afrika **120**
- > **Neandertaler** Mehr als 150 000 Jahre beherrschten sie Europa – und verschwanden dann wieder **122**
- > **Martensteins Welt (2)** Über *Homo aragogans* und den Einfluss von Hitze auf die Nasenform **128**
- > **Handwerks-Kunst** Höhlenbilder, Schnitzereien, Steinwerkzeuge – die Kultur des *Homo sapiens* **132**
- > **Marcelino Sanz de Sautuola** Der Hobby-Forscher entdeckt 1879 als Erster jahrtausendealte Höhlenbilder **148**
- > **Sprachen** Rund 6000 Sprachen sind auf der Welt gebräuchlich, und alle haben dieselbe Wurzel **150**
- > **Evolutionspsychologie** Partnerwahl, Sexualität, Aggression – was in uns vom Urmenschen erhalten blieb **156**
- > **Glossar, Karten, Zeitleisten** Fachbegriffe und Entwicklungslinien auf einen Blick **158**

Über dieses Heft:

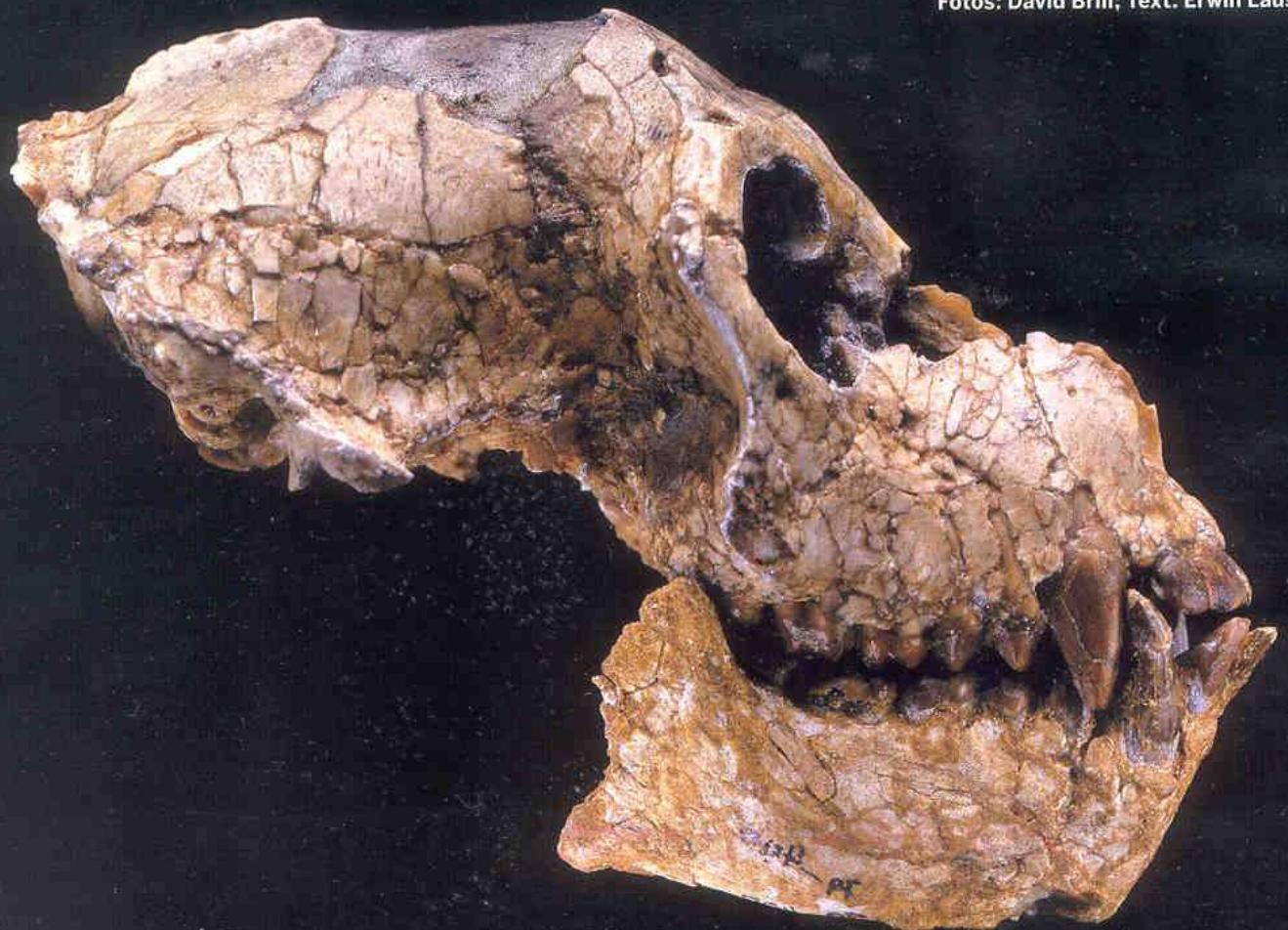
Die wichtigsten Fachbegriffe werden im Glossar auf Seite 158 kurz erklärt. Wo diese Begriffe in den Beiträgen erstmals erwähnt werden (oder wo sie zum Verständnis einer Textpassage besonders wichtig sind), sind sie **blau** hervorgehoben. Zu dem Glossar gehört ein Register, das wiedergibt, auf welchen Seiten die Begriffe vorkommen. Vom Glossar und Register ausgenommen sind die Bildunterschriften, die Essays und Kolumnen sowie die Porträts.

Der lange Weg zum Menschen

Als Charles Darwin 1871 sein berühmtes Werk über die Abstammung des Menschen veröffentlichte, hatte er kaum handfeste Beweise für seine Thesen.

Doch inzwischen dokumentieren vielfältige Fossilienfunde, wie sich der Mensch aus seinen äffischen Ahnen entwickelt hat. Und dass die Evolution in diesen Jahrtausenden auch zahlreiche Nebenwege einschlug

Fotos: David Brill; Text: Erwin Lausch



vor 33 Mio. Jahren >>> *Aegyptopithecus zeuxis*

Ein zukunftsweisendes Gebiss

Dieser Affenschädel, dessen Relikt bei El Fajum in Ägypten gefunden wurde, war flach und umschloss ein Hirn von lediglich 30 Kubikzentimeter Größe. In der menschlichen Ahnenreihe gilt *Aegyptopithecus*, der „ägyptische Affe“, als früher Vertreter einer Entwicklungslinie, die über die „Altweltaffen“ zu den Menschenaffen und schließlich zum Menschen geführt hat. Sein Gebiss war bereits typisch für „Altweltaffen“: nur jeweils zwei vordere Backenzähne in jeder Kieferhälfte (statt drei wie etwa bei den „Neuweltaffen“). Aus dem Bau des Skeletts und der Zähne ist zu schließen, dass diese frühen Ahnen der Menschheit auf Bäume kletterten und sich von Früchten und Blättern ernährten. Und die größeren Eckzähne der Männchen beispielsweise deuten darauf hin, dass *Aegyptopithecus* in Horden lebte, in denen miteinander konkurrierende männliche Individuen dominierten.



seit 195 000 Jahren >>> *Homo sapiens*

Der Schädel umfasst das wohl komplexeste Gehirn

Rund 33 Millionen Jahre nach jenem Zeitraum, in dem der „ägyptische Affe“ sich im Blätterdach seines damals tropischen nordafrikanischen Lebensraumes tummelte, hat sich ein Zweig seiner Nachfahren über die ganze Erde ausgebreitet: *Homo sapiens*, der „vernunftbegabte“ Mensch. Dessen Gehirn misst im Durchschnitt 1400 Kubikzentimeter. Dementsprechend hat auch der Schädel des modernen Menschen – hier der eines 25 bis 30 Jahre alten Mannes – völlig andere Proportionen als der des fernen Vorläufers. Zwar verfügen Elefanten oder gar Wale über Gehirne mit noch mehr Volumen, doch im Verhältnis zur Körpergröße hält heute der moderne Mensch den Rekord. Nach dieser Relation verglichen, ist sein Gehirn auch rund dreimal so groß wie bei einem durchschnittlichen Vertreter der Ordnung Primaten (Herrentiere), zu der auch die Affen gehören.

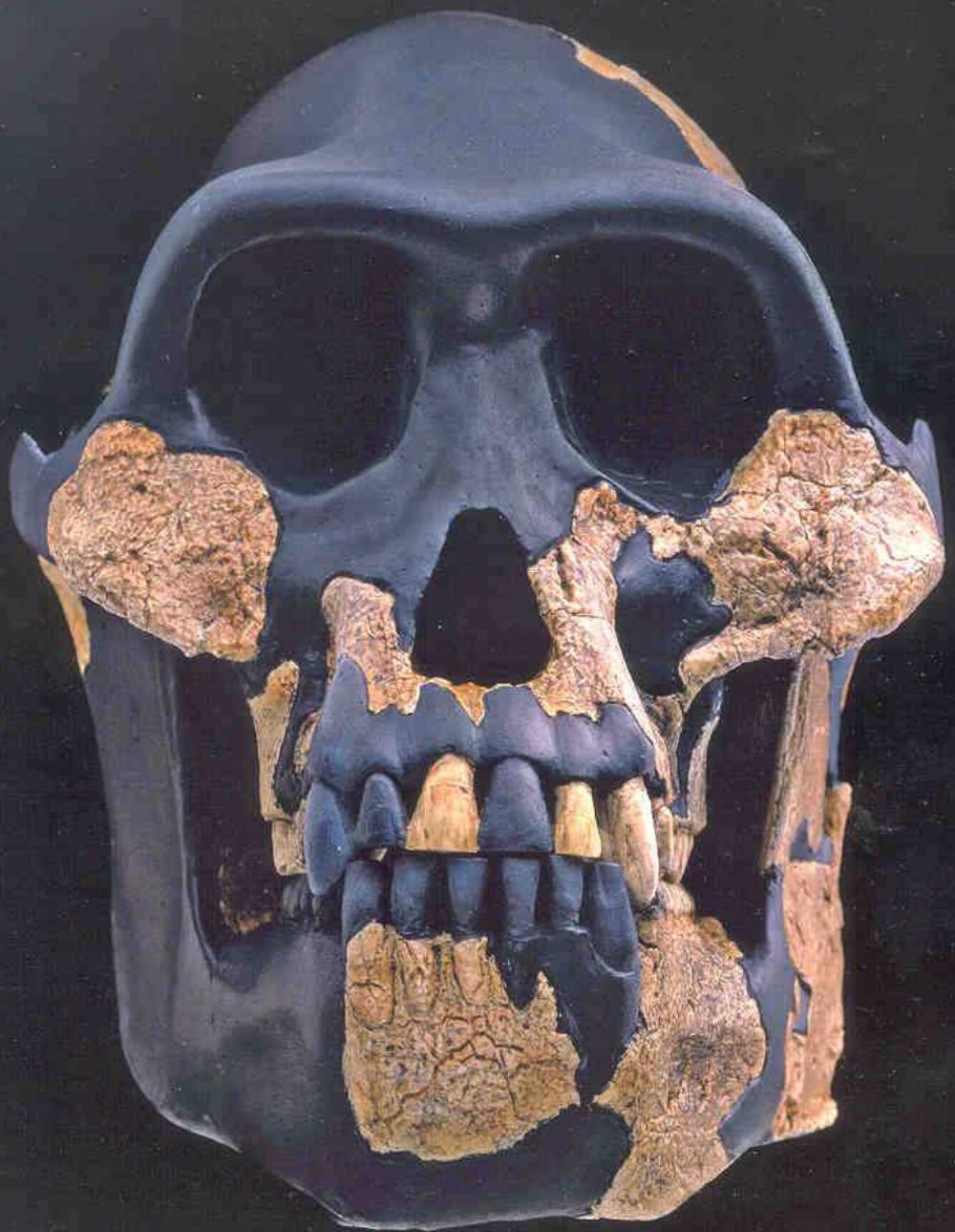




vor ca. 7 Mio. Jahren >>> *Sahelanthropus tchadensis*

Kurze Schnauze, dicker Zahnschmelz

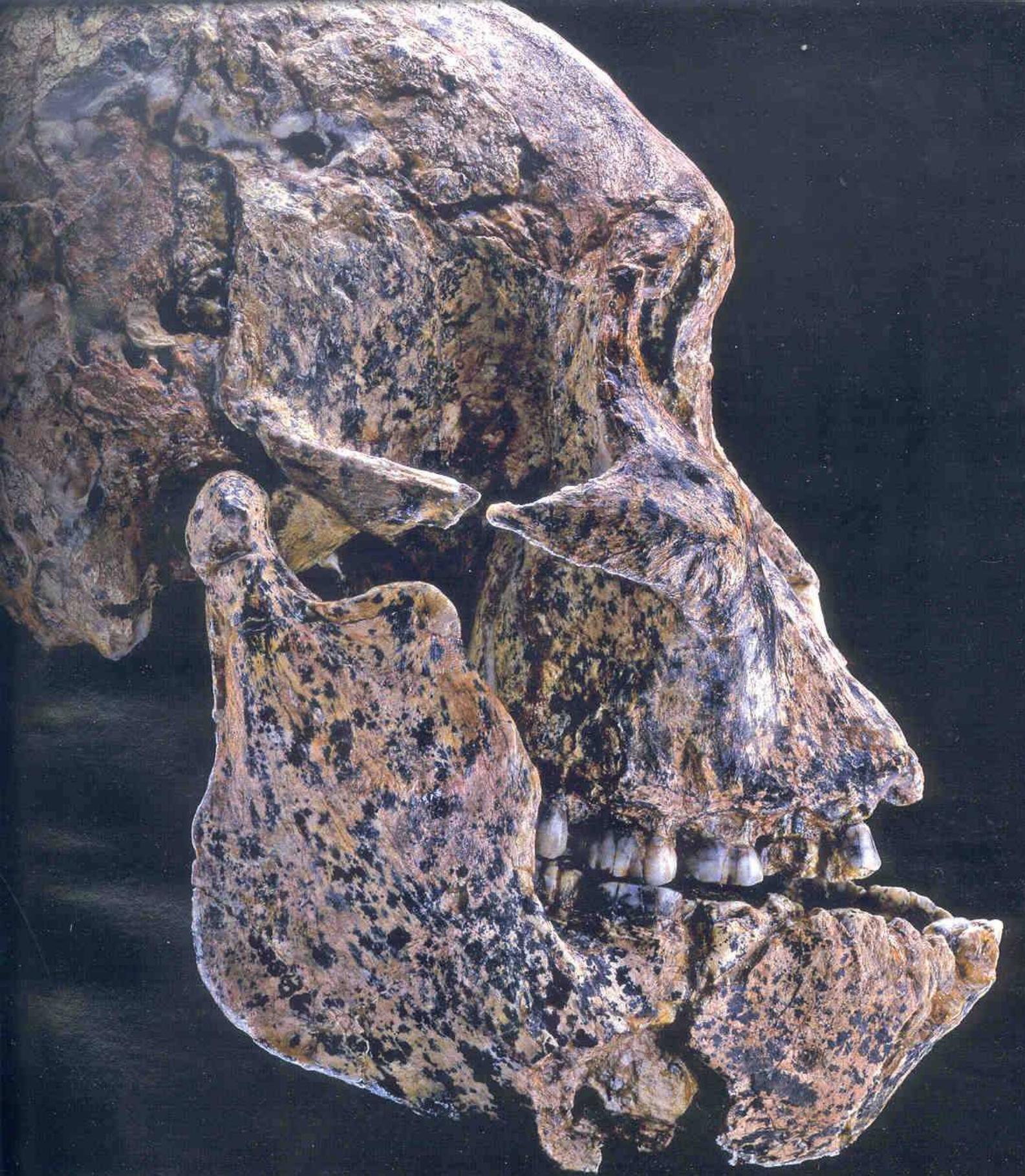
Dieser Schädel, aus vielen gesammelten, halb zerbroselten Teilen zusammengesetzt, ist kaum größer als eine Kokosnuss. Ein Team um den französischen Paläoanthropologen Michel Brunet hält den 2001 im nördlichen Tschad entdeckten Fund für den bislang ältesten Beleg für die Existenz der Hominiden – der Gattungsgruppe Menschen, zu der die Forscher alle aufrecht gehenden Vorfahren und Verwandten des Menschen zusammenfassen. Menschlich wirken an diesem Schädel mit einem Volumen von etwa 350 Kubikzentimetern, die nur schwach ausgeprägte Schnauze sowie die relativ kleinen Eckzähne und der recht dicke Zahnschmelz der Backenzähne. Da allerdings bislang nur dieser eine Schädel gefunden wurde, ist die Einordnung in der menschlichen Verwandtschaft noch strittig. Nicht ganz sicher ist auch, ob *Sahelanthropus* schon auf zwei Beinen lief.



3,9 bis 3 Mio. Jahre >>> *Australopithecus afarensis*

Watschelnd durch Ostafrika

Zwar stellt ihn sein Name als „Südaffe aus (der äthiopischen Region) Afar“ vor – nach der man ihn benannt hat –, doch unbestritten zählt das etwa 1 bis 1,50 Meter große Wesen mit diesem Schädel zur menschlichen Stammeslinie. Sein Hirnvolumen war mit rund 300 bis 550 Kubikzentimetern nur etwa so groß wie das eines heutigen Schimpansen, und auch das Gesicht mit niedriger Stirn, Knochenwulst über den Augen, flacher Nase und vorstehendem Kiefer ähnelte eher dem eines Menschenaffen. Hingegen waren die Eckzähne im Oberkiefer relativ klein. Vor allem aber beweisen zahlreiche Knochenfunde, darunter ein Kniegelenk, dass *Australopithecus afarensis* aufrecht gegangen ist, wenn auch wohl leicht watschelnd. Am abgebildeten Schädel sind fehlende Teile (blau) rekonstruiert worden.



mehr als 3 bis 2,3 Mio. Jahre >>> *Australopithecus africanus*

Die Züge werden menschlicher

Das Gehirn des in Südafrika entdeckten „afrikanischen Südaffen“ ist mit rund 500 Kubikzentimetern nicht größer als das des *Australopithecus afarensis*, doch der Schädel ist menschlicher ausgeprägt. Das Schädeldach und die Kiefer sind stärker gerundet als bei Menschenaffen. Die Eckzähne sind klein und ragen nicht über die anderen Zähne hinaus. Das Hinterhauptsloch – jene Öffnung, durch die das Rückenmark in den Schädel führt – liegt nicht, wie bei Vierbeinern mit vorgestrecktem Kopf zweckmäßig, hinten am Schädel, sondern findet sich wie beim modernen Menschen an der Schädelunterseite, wenn auch nicht so zentral.



vor 2,6 bis 2,3 Mio. Jahren >>> *Paranthropus aethiopicus*

Wohl ein Zweibeiner, doch kein Menschenahn

Bei den mittlerweile acht bekannten Arten von Vormenschen der Gruppe der Australopithecinen – der Südaffen – unterscheiden Paläoanthropologen zwei Gattungen: eine „grazile“ (*Australopithecus*) und eine „robuste“ (*Paranthropus*). Der „äthiopische Nebenmensch“ – benannt nach der Region, wo man erstmals Relikte von ihm entdeckt hat (den abgebildeten Schädel hingegen fand man in Kenia) – zählt zu der robusten Gruppe. Sein Schädel weist „primitive“ Merkmale auf, das Hirnvolumen ist mit knapp 420 Kubikzentimetern relativ klein, und wie spätere „Robuste“ besitzt er einen ausgeprägten knochigen Wulst auf dem Schädel, an dem mächtige Kaumuskeln befestigt waren. *Paranthropus aethiopicus* gilt zwar nicht als direkter Vorfahr des Menschen – er ging jedoch aufrecht.



2,5 bis 1,8 Mio. Jahre >>> **Homo rudolfensis**

Der Erste, den man Homo nennt

Der „Mensch vom Rudolfsee“ (heute Turkanasee) ist sehr wahrscheinlich der früheste Vertreter unserer Gattung. Zum Homo qualifizierte ihn ein Gehirn von 600 bis 800 Kubikzentimetern – es war also deutlich größer als das der Australopithecinen – sowie die Tatsache, dass er primitive Steinwerkzeuge nutzte. Auch wirkt *Homo rudolfensis* schon auf den ersten Blick mit seinem großen Schädel, dem breiten, flachen Gesicht und den schwach ausgeprägten Oberaugenwülsten ziemlich menschenähnlich. Forscher vermuten, dass er sich aus einer Australopithecus-Art wie dem *Australopithecus africanus* entwickelt hat. Allerdings ist umstritten, ob *H. rudolfensis* oder der bereits gleichzeitig mit ihm lebende *Homo habilis* (siehe Seite 16) als Stammvater des modernen Menschen anzusehen ist (siehe Seite 117).

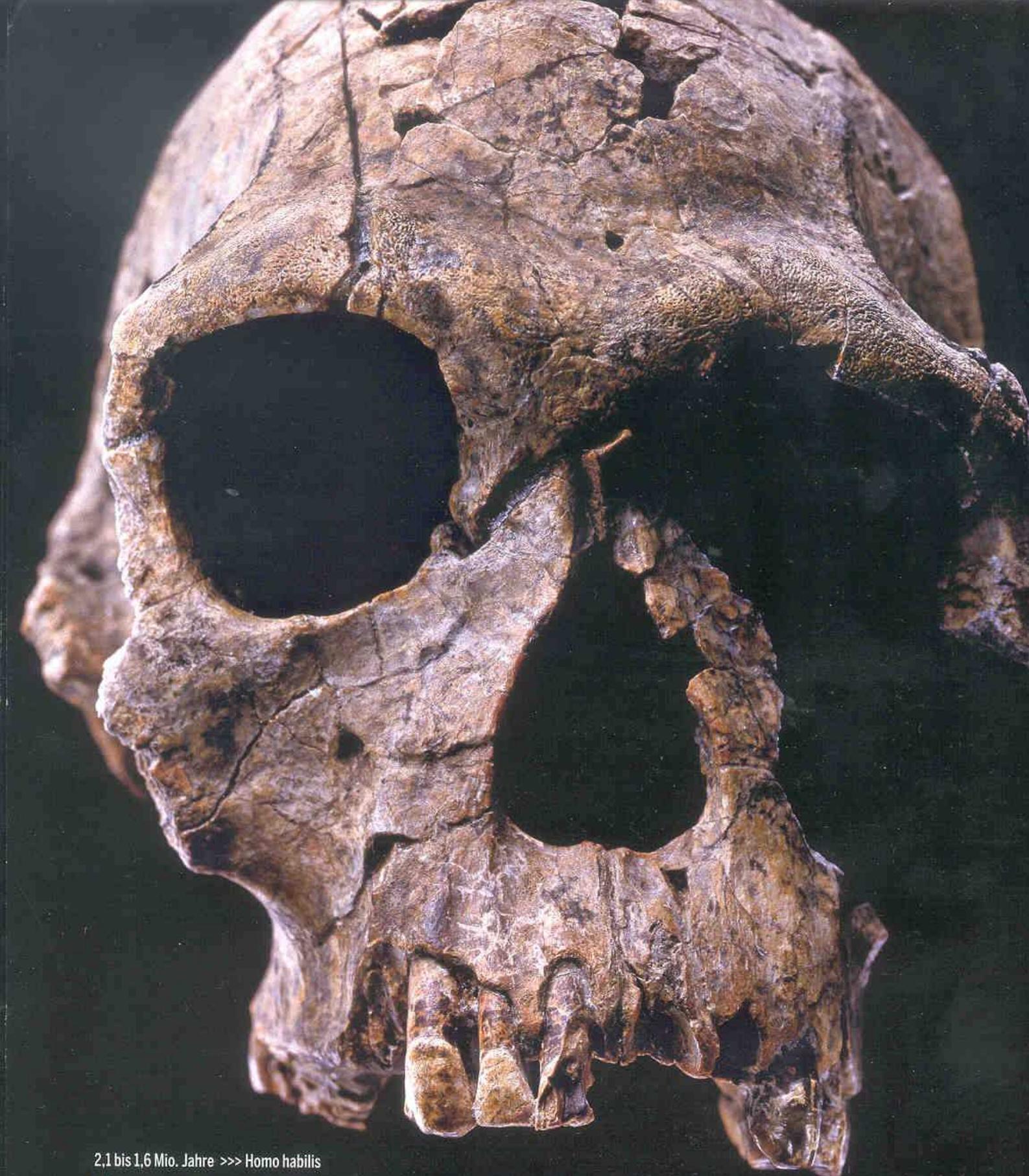




2,1 bis 1,1 Mio. Jahre >>> *Paranthropus boisei*

Keiner konnte besser beißen

Als die ersten Vertreter der Gattung *Homo* auftraten, waren keineswegs alle *Australopithecinen* ausgestorben – so auch nicht „Boises Nebenmensch“, dessen erste Relikte das Forscher-Paar Louis und Mary Leakey 1959 entdeckt und nach ihrem Mäzen benannt hat (der von ihnen ursprünglich gewählte Name *Zinjanthropus boisei* ist inzwischen in *Paranthropus boisei* korrigiert worden). Dieser *Paranthropus* ist der auffälligste unter den Arten seiner Gattung (siehe auch Seite 12). Seinen Schädel überzieht ein Scheitelkamm, an dem gewaltige Kaumuskeln verankert waren. Auch steckten in den kräftigen Kiefern riesige Backenzähne – zum Teil viermal so groß wie unsere. Damit konnte der zuerst auch „Nussknackermensch“ genannte *Paranthropus* (siehe Seite 112) härteste Samen und zähste Fasern zermalmen.



2,1 bis 1,6 Mio. Jahre >>> *Homo habilis*

Ein »geschickter«, aber vielleicht doch nicht der »richtige« Mensch

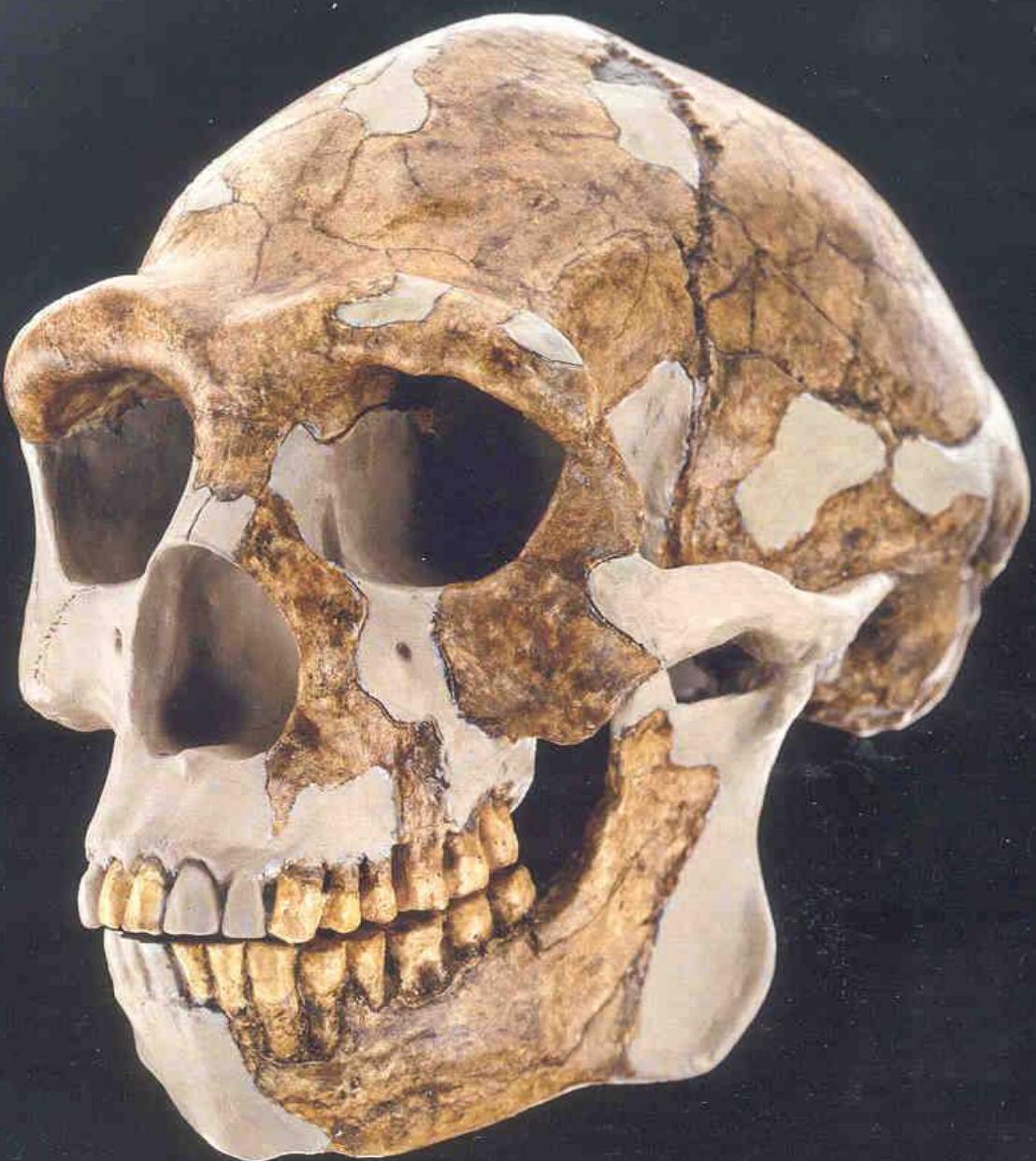
Noch zu Lebzeiten des *Homo rudolfensis* trat in Ostafrika der erste *Homo habilis* auf, der „geschickte“ oder „befähigte“ Mensch, der so heißt, weil er, wenn auch nicht als Erster, Steinwerkzeug benutzte. Sein Gehirn war mit rund 650 Kubikzentimetern im Schnitt zwar kleiner als das des *Homo rudolfensis*, er maß aber auch nur 1 bis 1,45 Meter. Sein Körperbau ähnelte dem eines Menschenaffen: Die Arme waren im Vergleich zu den Beinen relativ lang. „Fortschrittlicher“ hingegen war sein Gebiss: ein leichterer Unterkiefer, kleinere Backenzähne und reduzierte Zahnwurzeln. Angesichts der jeweils primitiveren und moderneren Merkmale von *Homo habilis* oder *rudolfensis* sind die Experten uneins, von welchem der beiden der heutige Mensch abstammt.



1,8 bis ca. 1,3 Mio. Jahre >>> *Homo ergaster* (oder: früher *Homo erectus*)

Der Erfinder des Faustkeils

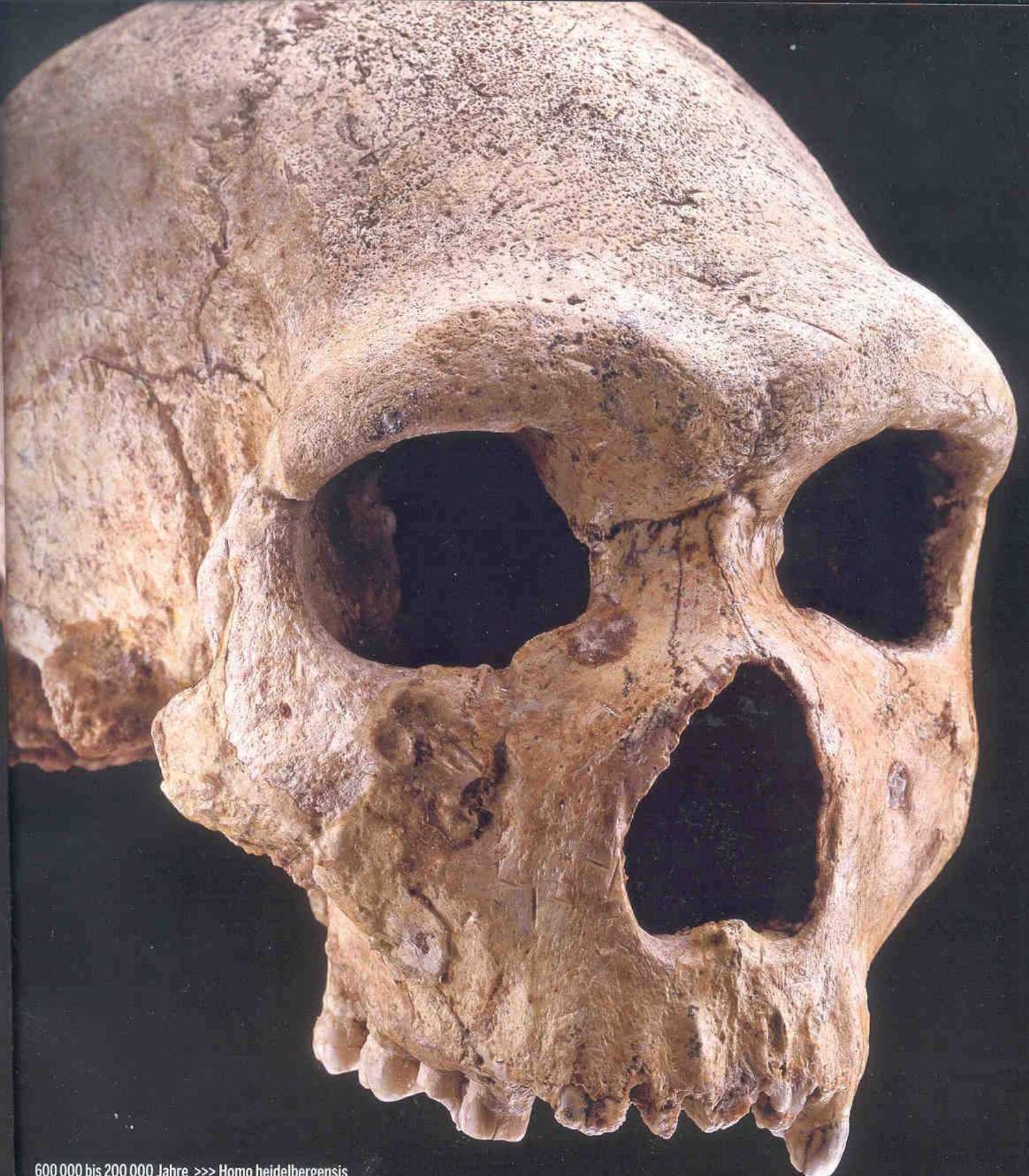
Weithin gleichzeitig mit *Homo habilis* lebte in Afrika ein Menschentyp, den manche Paläoanthropologen als *Homo ergaster*, als „Handwerker“, bezeichnen. Denn aus dessen Epoche stammt der erste, mehr als 1,4 Millionen Jahre alte Faustkeil. Andere sehen in diesem Menschentyp einen frühen Vertreter der Art *Homo erectus* (siehe Seite 18). Paradebeispiel eines *H. ergaster* oder auch frühen *H. erectus* ist ein am Turkanasee in Kenia entdeckter etwa zwölfjähriger Junge, dessen aus rund 70 Teilen zusammengesetzter Schädel hier abgebildet ist. Dieser umschloss ein Gehirn von 880 Kubikzentimetern, das nahezu vollständige Skelett misst 1,60 Meter. Hätte der „Turkana-Boy“ länger gelebt, wäre er wohl 1,85 Meter groß geworden, mit einem über 900 Kubikzentimeter großen Gehirn.



1,8 Mio. bis 40 000 Jahre >>> *Homo erectus*

»Aufgerichtet« in die weite Welt

Der „Pekingmensch“ – hier ein aus Knochen von vier Individuen rekonstruierter und (grau) ergänzter Schädel – gilt als typischer Vertreter des *Homo erectus*, der wohl als erster Hominide Afrika verließ. Eine Höhle nahe der heutigen Hauptstadt Chinas wurde zum ergiebigsten Fundort des „aufgerichteten“ Menschen. *Homo erectus* verfügte über ein Hirnvolumen von 750 bis 1250 Kubikzentimetern. (In dem langen Zeitraum, dem relevante Funde entstammen, wuchs das Gehirn immer mehr.) Zu dieser Art zählen auch der Javamensch und je nach Position des jeweiligen Experten der *Homo heidelbergensis* sowie Frühmenschen in Afrika, soweit sie nicht womöglich *Homo ergaster* zugeordnet werden (siehe Seite 17). Die Mehrheit der Paläoanthropologen ist sich darüber einig, dass der heutige Mensch – anders als manche Forscher glauben – nicht aus den in Asien entdeckten *Homo-erectus*-Populationen oder dem europäischen *Homo heidelbergensis* hervorgegangen ist, sondern sich wiederum von Afrika aus in einer weiteren Wanderungswelle über die Erde verbreitet hat.



600 000 bis 200 000 Jahre >>> *Homo heidelbergensis*

Der Mensch erobert Europa

1907 wurde in einer Kiesgrube bei Heidelberg ein kräftiger Unterkiefer gefunden. Er stammte von einem Hominiden, den Wissenschaftler seit kurzem zusammen mit anderen Funden aus mehreren Teilen Europas (oben ein Schädel aus der Höhle von Petralona nahe dem nordgriechischen Thessaloniki) sowie einigen afrikanischen Relikten als Überreste einer eigenen Art einordnen: *Homo heidelbergensis*. Noch streiten sich die Forscher darüber, ob der sich aus dem frühen *Homo erectus* in Afrika entwickelt hat und dann nach Europa eingewandert ist – oder aus einer noch wieder anderen, erst kürzlich entdeckten Art: dem *Homo antecessor* („der Vorgänger“). Dessen mindestens 780 000 Jahre alte Überreste wurden 1994 in einer spanischen Höhle gefunden und gelten manchen Paläoanthropologen als Relikte des ersten Europäers. Nur in einem sind sich die Wissenschaftler einig: dass sich aus dem *H. heidelbergensis* mit seinen ausgeprägten Augenbrauenwülsten und gerundeten Wangenknochen vor 200 000 Jahren der Neandertaler entwickelte.





200 000 bis 27 000 Jahre >>> *Homo neanderthalensis*

Ein Mensch, den die Wissenschaft verleumdet hat

Seit 1856 im Neandertal bei Düsseldorf ein Schädel und ein paar zugehörige Knochen dieser Menschenart entdeckt wurden, konnten in mehr als 70 Fundstellen von Westeuropa bis Kleinasien Überreste von über 300 Individuen des „Neandertalers“ geborgen werden (der abgebildete Schädel stammt aus La Chapelle-aux-Saints in Südfrankreich). Mit ihrem abgeflachten, langgezogenen Schädeldach, den stark ausgeprägten Überaugenwülsten, dem fliehenden Kinn und dem kräftigen Knochenbau galten Neandertaler lange Zeit als primitiv, obwohl ihr Hirnvolumen mit 1200 bis 1750 Kubikzentimetern im Durchschnitt sogar über dem des heutigen Menschen lag. Inzwischen weiß man, dass der Neandertaler vielfältige Stein- und Holzwerkzeuge herstellte, Fellkleidung trug, sich sogar Hütten baute, das Feuer beherrschte und zumindest gelegentlich seine Toten in Gräbern bestattete – also kulturell viel höher stand als früher angenommen. Ein direkter Vorfahr des heutigen Menschen aber ist er nicht, wie DNS-Analysen erwiesen haben.



seit 195 000 Jahren >>> *Homo sapiens*

Bis heute kaum verändert

Der Schädel einer etwa 20-jährigen Frau, geborgen samt ihrem Skelett in der israelischen Qafzeh-Höhle. Mit hoher Stirn und einem nur schwach ausgeprägten Überaugenwulst weist dieser ca. 100 000 Jahre alte Schädel viele Merkmale des heutigen Menschen auf. Vor mehr als 195 000 Jahren hat sich, so der Stand der Forschung, in Afrika aus dem *Homo erectus* der *Homo sapiens* entwickelt. Dessen größeres Gehirnvolumen befähigte ihn schon bald, deutlich vielfältigere Werkzeuge als all seine Vorgänger herzustellen und eine komplexe Sprache zu entwickeln. Diese Frau war offenbar mit ihrem kleinen Kind bestattet worden: Es lag neben ihren Beinen. Nur 35 Kilometer von der Höhle entfernt, wurden 60 000 bis 45 000 Jahre alte Relikte von Neandertalern entdeckt, woraus zu schließen ist, dass beide Menschenarten über Jahrzehntausende nebeneinander und vielleicht sogar miteinander gelebt haben.



seit 40 000 Jahren >>> *Homo sapiens* in Westeuropa

Die Kultur wird subtiler

Aus noch unbekannten Gründen kam der moderne *Homo sapiens* erst vor 40 000 Jahren nach Europa – wie Funde einer Werkzeugkultur belegen, die charakteristisch für diese Menschenform ist. Zu den bekanntesten Fossilien gehören die in der Cro-Magnon genannten Höhle eines Kalksteinmassivs im französischen Departement Dordogne entdeckten Relikte. Dort fanden sich 1868 fünf Skelette, die mit als älteste Belege für die Anwesenheit anatomisch moderner Menschen in Westeuropa dienen. Das Grab barg auch Schmuck aus Muscheln und Tierzähnen sowie steinerne Messerklingen. Als „Cro-Magnon-Menschen“ gelten heute alle Individuen der Art *H. sapiens*, die bis vor 10 000 Jahren in Europa gelebt haben. Sie waren es, die in Spanien und Frankreich die grandiosen Höhlenmalereien schufen. Die Gesichtsknochen des hier abgebildeten Schädels waren lädiert, vermutlich infolge einer Pilzinfektion. □

>>> Das Puzzle unserer Existenz

Wie sind wir geworden, was wir sind? Funde aus den vergangenen Jahren werfen ein neues Licht auf die Menschheitsevolution. Doch eines haben sie nicht leichter gemacht: einen durchgehenden Stammbaum zu konstruieren

Text: Henning Engeln; Stammbaum: Jochen Stuhrmann; Karte: Tim Wehrmann

Der Anatomieprofessor Raymond Dart, einer der Pioniere der Urmenschenforschung, entdeckte 1924 in Südafrika als Erster ein afrikanisches Bindeglied zwischen Mensch und Affe: das „Kind von Taung“. Scharfsinnig hatte er damals aus dem Bau des versteinerten Schädels geschlossen, jenes Wesen – er prägte dafür den Begriff Australopithecus („Südaffe“) – müsse bereits auf zwei Beinen gegangen sein. Ein Fund, der nach anfänglicher Skepsis den Ruhm des Paläoanthropologen als eines der ganz Großen seines Fachs begründete.

Scharfsinnig untersuchte Dart auch all das, was er rund 20 Jahre später im Steinbruch von Makapansgat im südafrikanischen Transvaal vorfand: seltsame dunkle Flecken in den Sedi-

mentschichten und eine Ansammlung von rund 7000 fossilen Säugerknochen, hauptsächlich Schädeltrümmer, Unterkiefer und Unterschenkelknochen. Für Dart, inzwischen sehr interessiert am Verhalten jener Vormenschen interessiert, gab es nur eine Interpretation: Die dunklen Flecken waren Spuren von Lagerfeuern, Knochen Reste von Mahlzeiten.

Mit Keulen, so seine Interpretation, hatten die Südaffen Opfer, zum Beispiel Paviane, erschlagen – bevorzugt mit der rechten Hand, weil die Mehrzahl der Schädel auf der linken Seite zertrümmert seien.

Selbst vor ihresgleichen hätten sie nicht Halt gemacht. Waffen dieser Kannibalen vermutete der Forscher Geräte aus Knochen, Zähnen und Horn und prägte daher den Begriff der „osteodontokeratischen“ (Knochen-Zahn-Horn) Kultur.

Dart schrieb: „Die Vorfahren des Menschen bemächtigten sich brutal ihrer lebendigen Beutetiere, erschlugen sie, rissen

zerschmetterten Körper auseinander, zerstückelten sie, löschen ihren Durst mit dem warmen Blut der Opfer und schlungen das zuckende Fleisch gierig hinunter.“

Dieses dramatische Bild vom mordenden Killeraffen passte in die damaligen Vorstellungen von unseren Ahnen. Doch es entpuppte sich als reines Fantasiegebilde. Nachdem später Paläoanthropologen mit neuen Methoden und unbefangenem Blick die Funde analysiert hatten, erzählten die Knochen eine ganz andere Geschichte: Es handelte sich um Speisereste von Hyänen, Leoparden und Stachelschweinen – Reste, die durch Risse im Boden in eine Höhle gefallen waren und sich dort angesammelt hatten. Das erwiesen unter anderem Bissmarken an den Knochen. Und die Anhäufung bestimmter Skelettteile erklärte sich sowohl aus deren größerer Resistenz gegen die Zersetzung als auch durch die Knochenauswahl räuberischer Aasfresser.

Die Südaffen waren also nicht die Jäger gewesen, sondern die Gejagten.

Raymond Dart ist nicht der einzige Urmenschenforscher, der mit seiner Deutung weit daneben lag. Und das ist auch nicht überraschend, denn die Spuren der menschlichen Vergangenheit sind äußerst rar und in der Regel extrem schwer zu interpretieren. Wunschdenken und die Sucht nach Ruhm haben in den vergangenen Jahrzehnten so manchen Paläoanthropologen dazu verführt, Wissenslücken mit Spekulationen auszufüllen. Nur etwa ein Kadaver unter einer Million wird zu einem Fossil. Die Anzahl bekannter fossiler Relikte von Ur- und Vormenschen beträgt nur einige tausend. Damit ähnelt die Menschheitsevolution einem Puzzle mit Millionen Teilen, von denen bislang nur einige wenige bekannt sind.

Manchmal sind ganze Arten nur durch den Fund eines Unterkiefers oder eines einzigen, bruchstückhaften Schädels bekannt. Dennoch bleibt den Forschern oft nichts anderes übrig, als aus den wenigen Funden mit immer raffinierteren Untersuchungsmethoden möglichst viele Informationen zu gewinnen und ein Bild zu formen, das in sich schlüssig erscheint. Immer müssen sie sich dabei bewusst sein, dass neue Funde dieses Bild umkrempeln können.

Und genau das ist innerhalb der letzten Dekade gleich mehrfach geschehen. Zum Beispiel hat die Entdeckung neuer Vorfahren des Menschen (*Orrorin tugenensis*, *Sahelanthropus tchadensis*) den vermuteten Ursprung des aufrechten Ganges um mehrere Millionen Jahre in die Tiefen der Vergangenheit verschoben. Womöglich entstand die zweibeinige Fortbewegungsweise sogar mehrfach. Auf jeden Fall existierten weit mehr Arten von Vormenschen – aufrecht gehenden Wesen mit nur kleinem Gehirn – als zuvor vermutet. Von der Vorstellung, es habe nur eine Linie gegeben, die direkt vom Affenahn zum *Homo sapiens* führte, mussten sich die Paläoanthropologen daher verabschieden. Stattdessen entstand nun das Bild einer Vielzahl von Vormenschenarten, die zum Teil zur gleichen Zeit lebten. Es gab Verzweigungen und Parallelentwicklungen – also eher ein Abstammungsnetz der Evolution statt eine gerade Linie.

Auch das Bild von den Urmenschen – vereint unter dem Gattungsbegriff *Homo* und gekennzeichnet durch ein gro-

ßes Gehirn sowie die Fähigkeit zur geplanten Werkzeugherstellung – mussten die Forscher korrigieren. Bereits vor 1,8 Millionen Jahren, bald nach ihrer Entstehung, hatten einige von ihnen die afrikanische Urheimat der Menschheit verlassen und waren bis nach Java gewandert.

Die europäischen Ureinwohner (*Homo heidelbergensis*), so zeigten neuere Funde, konnten bereits vor 400 000 Jahren perfekte Wurfspeere aus Holz herstellen und besaßen höchstwahrscheinlich sowohl die Fähigkeit, für die Zukunft zu planen, als auch mythologische Vorstellungen.

Der Neandertaler wiederum verfügte über weit mehr Kultur und handwerkliches Geschick, als frühere Forscher ihm zugestanden hatten. Dennoch war er offenbar nicht unser Vorfahr, sondern eine Parallelentwicklung zu *Homo sapiens* – so haben jedenfalls molekulargenetische Untersuchungen eines Neandertalerknochens ergeben. Völlig verblüffend auch war 2003 die Entdeckung eines Zwergmenschen (*Homo floresiensis*) auf der indonesischen Insel Flores, der trotz eines kleinen Gehirns offenbar entscheidende Fähigkeiten eines Homo hatte.

So werfen die Fossilfunde der letzten zehn Jahre zwar neues Licht auf die Menschheitsevolution, doch eines haben sie nicht leichter gemacht: einen überzeugenden Stammbaum zu konstruieren, der von einer Art zur nächsten führt und letztlich mit dem *Homo sapiens* endet. Allein drei Vormenschenarten stehen heute als mögliche Ahnen für den ersten Homo zur Diskussion. Ob dieser erste Urmensch *Homo rudolfensis* oder *Homo habilis* war und welcher von den beiden sich zum *Homo ergaster/erectus* weiterentwickelte – der ersten Menschenform, die Afrika verließ –, ist unklar. Ebenso die Frage, ob die frühen Europäer der Art *Homo antecessor* in Spanien sich zum *Homo heidelbergensis* wandelten oder ausstarben. So ist es kein Wunder, dass es mittlerweile

>>> Erbitterter Streit unter den Forschern führt immer wieder zu Verwirrung unter den Laien

einen ganzen „Wald“ von Stammbäumen gibt – womöglich annähernd so viele wie Forscher (aus diesem Grund sind in der Stammbaumgrafik auf Seite 26/27 keine Abstammungslinien eingezeichnet).

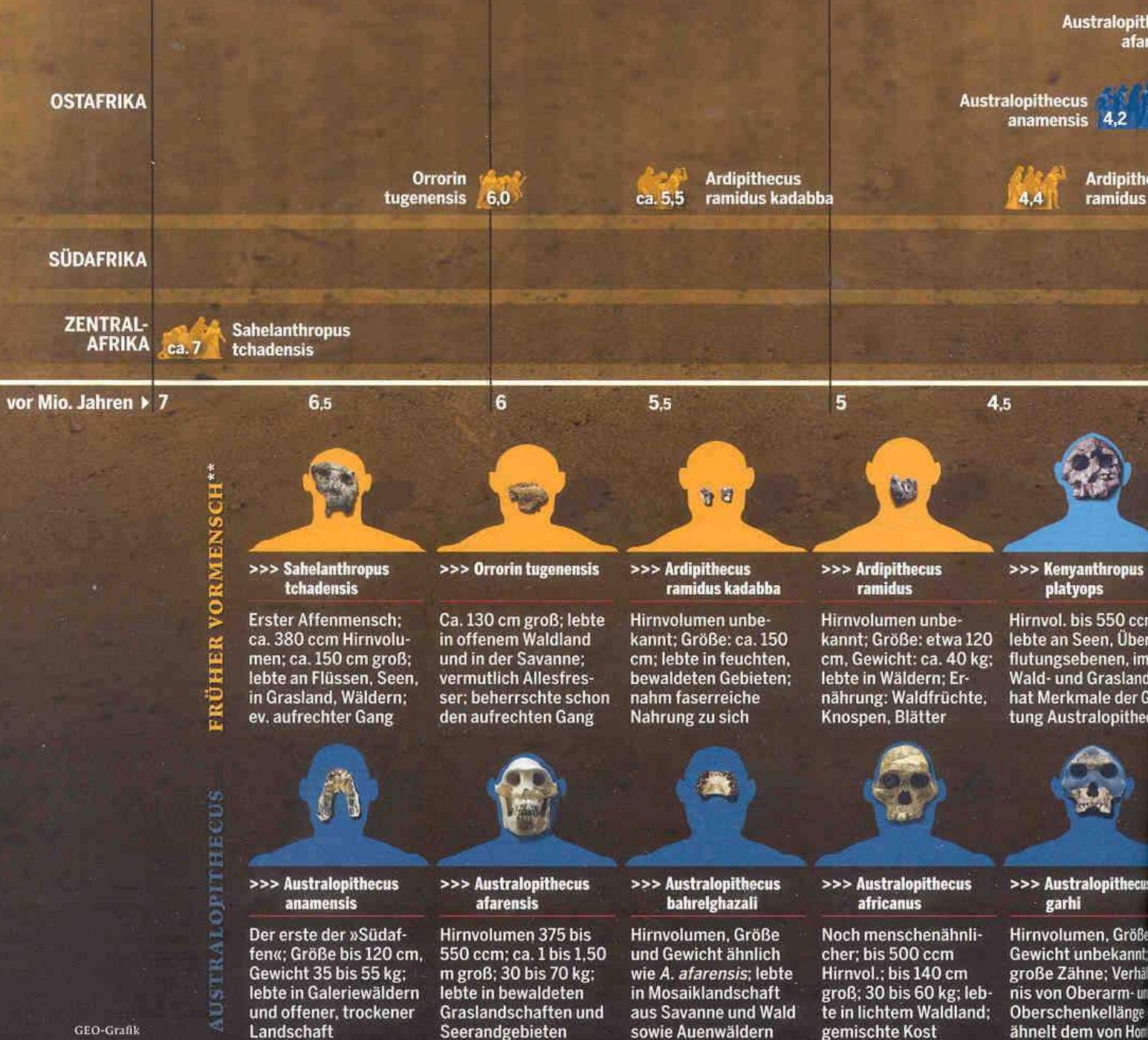
Hinzu kommt ein für den Laien weiter verwirrendes Problem: In vielen Fällen sind sich die Paläoanthropologen nicht über die Bezeichnung einer Art einig. Ein besonders drastisches Beispiel ist der Urmensch der Art *Homo rudolfensis*.

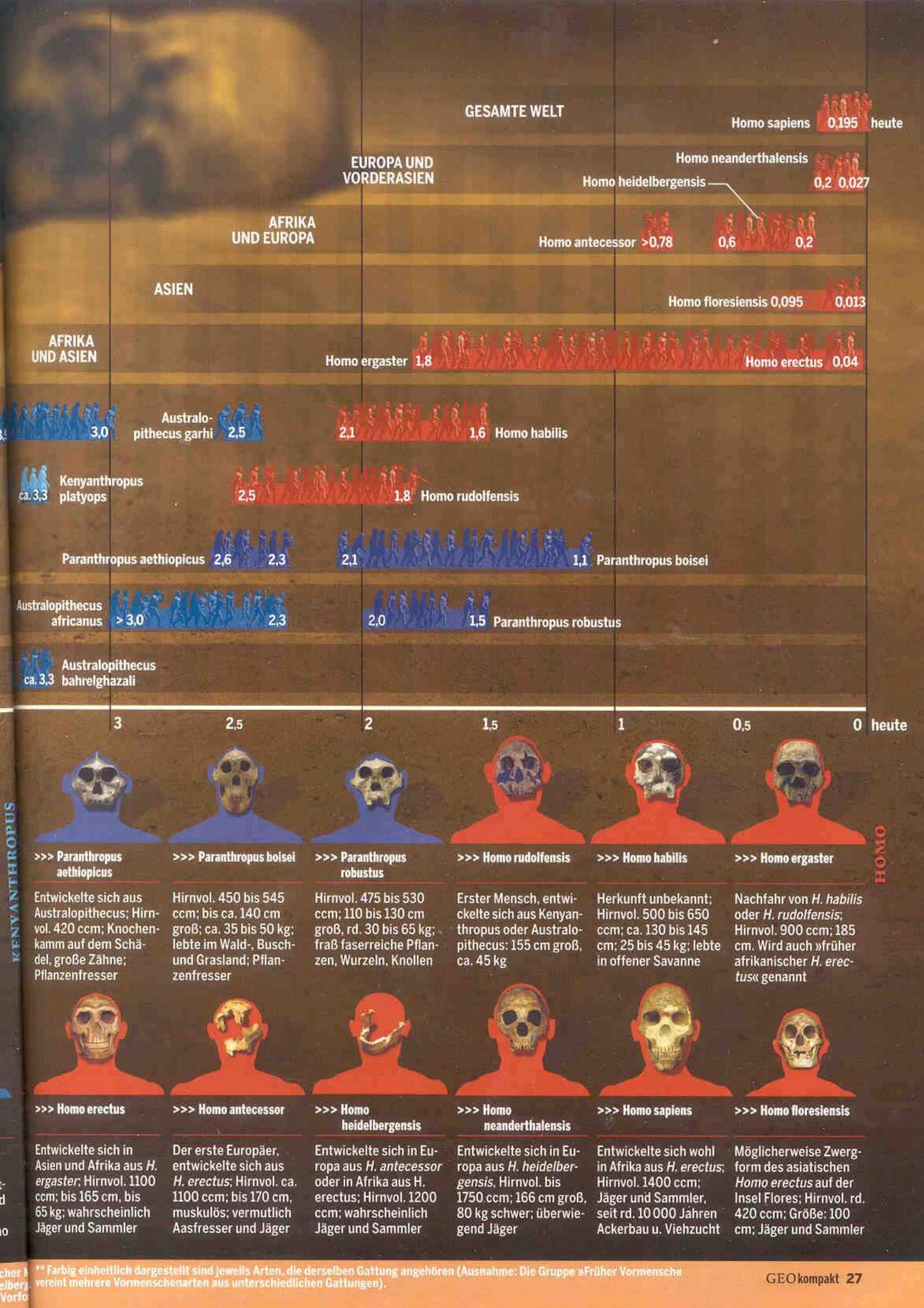
Der russische Anthropologe Walerij Alexejew schlug diesen Namen 1986 vor und beschrieb die Art anhand eines Schädelfundes am Ostufer des Turkanasees in Kenia, der unter der Bezeichnung KNM-ER 1470 vermerkt ist. Zuvor aber war der Schädel von anderen Forschern der Art *Homo habilis* zugeordnet worden (und manche bleiben bis heute bei dieser Bezeichnung).

>>> Die Vielfalt des Menschlichen

Die Hominiden – eine erstaunlich große Gemeinschaft

Als sich vor mehr als sieben Millionen Jahren Menschenaffen auf zwei Beine erhoben, begann die Geschichte der Hominiden. Doch nicht nur eine Art von kleinhirnigen Vormenschen lebte in jener Epoche in Afrika, sondern es gab etliche – wie neue Fossilfunde zeigen. Nur eine von ihnen entwickelte sich weiter zu Urmenschen, die ebenfalls eine beträchtliche Formenvielfalt ausprägten, bis schließlich allein eine Art übrig blieb: *Homo sapiens*. Wer allerdings aus wem entstand, lässt sich aufgrund der raren Relikte nicht genau belegen – deshalb sind in diesem Stammbaum* keine Abstammungslinien eingezeichnet







für den Fund 1470). Wieder andere Wissenschaftler sprechen beiden Arten das Menschliche vollkommen ab und möchten sie zu den Australopithecinen, den Südaffen, stellen – dann aber wäre *Australopithecus rudolfensis* die richtige Bezeichnung.

Damit nicht genug: Es gibt Paläoanthropologen, die in dem gefundenen Schädel Ähnlichkeiten mit dem neu entdeckten Vormenschen *Kenyanthropus platyops* zu sehen glauben und Fund 1470 deshalb am liebsten zum *Kenyanthropus rudolfensis* erklären würden.

Hinter diesem Verwirrspiel stecken zwei Probleme: zum einen die geringe Anzahl von Funden, zum anderen die Schwierigkeit zu definieren, was eine Art ist. Biologen fassen heute all jene Lebewesen, die sich miteinander fruchtbar fortpflanzen können, zu einer Art zusammen. Dieses Konzept einer „Biospezies“ ist bei Fossilien natürlich nicht anwendbar. Also müssen sich die Paläoanthropologen auf morphologische Unterschiede konzentrieren – zum Beispiel Gehirnyolumen, Stärke der Überaugenwülste, Form der Zähne. Da aber auch zwischen Individuen einer Art gewisse Unterschiede vorhanden sind, ist es schwierig, abzugrenzen, ob es sich bei zwei ähnlich aussehenden Funden bereits um verschiedene Arten, lediglich um geographische Variationen derselben Art oder womöglich um weibliche und männliche Individuen handelt.

Zudem kann sich eine Art im Laufe der Jahrtausende wandeln. Zwei im zeitlichen Abstand gemachte Funde mögen so unterschiedlich sein, dass sie zu zwei unterschiedlichen Arten gestellt werden. Doch in Wirklichkeit könnte die Evolution kontinuierlich verlaufen und die Art als Ganzes sich allmählich verändert haben.

So ist es nicht verwunderlich, dass die Forscher von Zeit zu Zeit Arten umbenennen und dabei nicht immer einer Meinung sind. Zum Beispiel ordnen viele Paläoanthropologen jene Vormenschenarten, die über einen langen Zeitabschnitt gleichzeitig mit den ersten Urmenschen lebten und sich von ihnen durch riesige Zähne sowie ein bescheidenes Gehirn unterscheiden („Nussknackermenschen“), inzwischen nicht mehr wie früher der Gattung „Australopithecus“ zu, sondern grenzen sie als „Paranthropus“ ab (vom griechischen „para“ – neben – und dem griechisch-lateinischen „anthropus“ – Mensch).

Erbitterten Streit und komplette Verwirrung bei den Laien gibt es auch um den *Homo erectus*, der vor mindestens 1,8 Millionen bis vor 40 000 Jahren lebte. Dessen frühe afrikanische Variante nennen etliche Forscher inzwischen *Homo ergaster*. Jene Form aber, die vor rund 600 000 Jahren in Europa auftaucht, wird häufig als *Homo heidelbergensis* bezeichnet, während unter *Homo erectus* oft vor allem deren asiatische Zeitgenossen verstanden werden. Für andere Forscher indes gelten sämtliche dieser Funde als *Homo erectus*.

Verschiedene Meinungen gibt es auch zum Neandertaler: Lange Zeit galt er als Unterart des heutigen Menschen und hieß folglich *Homo sapiens neanderthalensis*. Inzwischen neigen mehr und mehr Forscher dazu, ihn als eigene Art *Homo neanderthalensis* vom *Homo sapiens* abzugrenzen.

Überhaupt tendieren Paläoanthropologen zu Streitereien. Das ist sicher mit dem spärlichen Fundmaterial und dem gro-

ßen Raum für Interpretationen zu erklären, hat aber offenbar auch mit Forschereitelkeiten und Ruhmsucht zu tun. Legendar zum Beispiel ist die Feindschaft zwischen dem Fossilienjäger-Clan der Leakeys und dem Amerikaner Donald Johanson, der 1974 die Vormenschenfrau „Lucy“ entdeckt hat. Johanson wiederum überwarf sich mit seinem ehemaligen Mitstreiter Tim White. Der suchte weiter in Äthiopien nach Fossilien und entdeckte dort 1992 die mehr als vier Millionen Jahre alte Vormenschengattung *Ardipithecus*. Bis heute arbeitet Tim White mit einem Team in Äthiopien und versucht, seinen Grabungsclaim abzustecken und möglichst gegen andere Paläoanthropologen abzuschotten.

>>> Kam der moderne Mensch wirklich aus Afrika? Auch darüber wird heftig gestritten

Heftig geht es auch im Disput der Hypothesen zu. So neigt zwar momentan die Mehrheit der Forscher der Annahme zu, der anatomisch moderne Mensch sei ebenso wie der Urmensch in Afrika entstanden und habe sich von dort aus innerhalb der letzten 100 000 Jahre über die Erde verbreitet („Out of Africa“-Modell). Andere sind dagegen von dem „multiregionalen“ Modell überzeugt. Es besagt, die einzelnen Völker der verschiedenen Erdteile hätten sich vor Ort aus viel älteren, bereits dort lebenden Menschenformen entwickelt – die freilich in grauer Vorzeit alle aus Afrika gekommen sein müssen.

Auch wenn jede Menge unterschiedlicher Hypothesen vorherrschen, viele Entwicklungsschritte des Menschen noch nicht nachzuvollziehen sind und in der Fundgeschichte enorme Lücken klaffen, so zweifelt doch kein seriöser Forscher daran, dass die Menschheit aus einem Evolutionsprozess hervorgegangen ist. Denn trotz aller Fragen ist die Evolutionstheorie die einzige naturwissenschaftliche Deutung, die ein Entstehen des Menschen aus affenähnlichen Vorfahren erklären kann.

Und sie hat einen weiteren Vorteil: Weil dieser Weg durch die Jahrtausende jede Menge Spuren einer äffischen Vergangenheit hinterlassen hat, kann die Theorie so manche anatomische Verhaltensweise – wie Aggression, Eigennutz oder wohl auch die sexuelle Triebsteuerung der Männer – im heutigen Menschen erklären.

Auf der anderen Seite allerdings hat die Entwicklung zum Homo auch ein Wesen geschaffen, das eine völlig neue Eigenschaft hat: Es möchte wissen, wer es ist und woher es kommt. Und deshalb ist das Interesse der meisten Menschen an der Evolution der Hominiden so brennend – trotz aller Wissenslücken. □

Dr. Henning Engeln. 51, ist GEOKompakt-Redakteur und hat das Konzept dieser Ausgabe erarbeitet. Er ist Autor eines Buches über die Evolution der Hominiden („Wir Menschen“, Eichborn-Verlag).

seit 80 mio. Jahren >>> die »Herrentiere«

Die Affen steigen auf

Erstmals beginnen die Affen sich vor mehr als sieben Millionen Jahren aufzurichten und schwanken dann und wann auf zwei Beinen durch den afrikanischen Wald. Aber sie verhalten sich schon ähnlich wie ihre heutigen Nachkommen. Sie leben vermutlich in kleinen Gruppen, ernähren sich offenbar hauptsächlich von Früchten und benutzen möglicherweise einfache Werkzeuge

Affen



Noch zu Zeiten der Dinosaurier beginnt die Karriere der Affen. Sie entwickeln Merkmale, die für die Menschwerdung entscheidend sind: ein großes Gehirn, exzellentes Sehvermögen, komplexes Sozialverhalten und die Voraussetzungen für den aufrechten Gang. Fast alle Verhaltensweisen des Homo sapiens haben ihre Wurzeln bereits bei den Menschenaffen

Text: Henning Engeln

Mit langen Armen hängeln sich die Vorfahren der großen Menschenaffen, von denen auch der Orang-Utan abstammt, auf der Suche nach Nahrung von Baum zu Baum. Denn um auf allen Vieren über dünne Äste zu spazieren, sind sie viel zu schwer

Immer perfekter passen Primaten sich dem Leben auf Bäumen an Und die Augen rücken für besseres räumliches Sehen nach vorne

Auf die Frage nach den Vorfahren des *Homo sapiens* pflegt der Berliner Anthropologe Carsten Niemitz eine verblüffende Antwort zu geben: „Nein, der Mensch stammt nicht vom Affen ab – er ist einer.“

In der Tat haben Biologen in den knapp 150 Jahren seit der Veröffentlichung der Evolutionstheorie durch Charles Darwin 1859 eine Fülle von Belegen dafür gesammelt, dass der Mensch zoologisch gesehen zur **Ordnung** der Herrentiere (**Primate**n oder Affen) gehört. Und die Molekularbiologie hat in den letzten Jahren eine erstaunlich enge Verwandtschaft zwischen Mensch und Schimpanse offenbart: Zu rund 99 Prozent stimmt die Basenabfolge ihrer untersuchten Erbsubstanzen (**DNS**) überein.

Genetisch gesehen ist ein Schimpanse (*Pan troglodytes*) sogar näher mit dem Menschen (*Homo sapiens*) verwandt als mit einem Gorilla (*Gorilla gorilla*). Der amerikanische Molekulargenetiker Derek Wildman und seine Kollegen gehen sogar noch weiter: Sie halten die Ähnlichkeit zwischen Schimpanse und Mensch für so groß, dass sie beide Arten in dieselbe **Gattung** stellen und aus dem Menschenaffen einen *Homo* – den *Homo troglodytes* – machen möchten, quasi den Bruder des Menschen.

Während dieser Schluss den meisten Forschern zu weit geht, sind sie sich doch darin einig, dass Mensch und Schimpanse von einem gemeinsamen Vorfahren abstammen, der wahrscheinlich vor nur etwa sieben Millionen Jahren lebte. Auf diese Zeit weisen **molekulargenetische Berechnungen** hin. Dabei gehen die Forscher von der Anzahl genetischer Unterschiede im Erbgut zweier Arten aus und berechnen – unter der Annahme, dass diese Unterschiede entstehen, indem zufällige Erbänderungen (**Mutationen**) von Generation zu Generation mit einer konstanten Häufigkeit auftreten –, wie lange es gedauert haben könnte, bis sie sich angesammelt haben (siehe Seite 120).

Was aber hatte dieser gemeinsame Vorfahr so Besonderes, dass er schließlich zu unserem Ahn wurde? Welche Eigenschaften besaßen die Primaten, dass sich ausgerechnet aus ihnen das erste Wesen auf dieser Erde entwickelte, das spricht, musiziert, die Welt mit seinen technischen Erfindungen radikal verändert und sich sogar ein Leben nach dem Tod vorstellen kann? Die Antwort muss in der Evolution dieser Säugetier-Ordnung begründet sein.

Begonnen hat die Geschichte der Primaten vor mehr als 80 Millionen Jahren. Damals muss im Dickicht der Urwälder ein unscheinbares Säugetier gelebt haben, dessen genaues Aussehen bislang unbekannt ist. Es dürfte jedoch einem

Tupaia (Spitzhörnchen) ähnlich gesehen und auf dem Boden oder im unteren bis mittleren Astbereich der Bäume nach Insekten gejagt haben.

Weil die Welt in jener Zeit von tagaktiven Dinosauriern beherrscht wurde, nutzten diese frühesten Primaten andere ökologische Nischen und waren nachtaktiv. Dabei half ihnen die Warmblütigkeit, die allen Säugetieren gemeinsam ist, und es ihnen erlaubt, auch in kühlen Nächten beweglich und reaktionsschnell zu sein. Mit heutigen Affen hat jene Wesen allerdings noch wenig gemein.

Als die Saurier vor 65 Millionen Jahren nach dem Erschlag eines riesigen Meteoriten ausstarben, konnten die Ur-Primaten ungehindert auch tagsüber auf Bäume klettern, um sich dort an Früchten satt zu fressen. Weil sich solche Bäume, deren Samen von Tieren verschleppt wurden, effektiver verbreiten konnten, hatte eine Ko-Evolution zwischen Primaten und Pflanzen begonnen. Diese bildeten Samen, die mit leckerem Fruchtfleisch umgeben waren und ihren schmackhaften Inhalt durch leuchtende Farben weitreichend signalisierten. Die Früchte wurden von den Primaten gespeist und die Samen nach der Verdauung ausgeschieden. Da der optische Sinn – vor allem über die Farbe – besonders geeignet ist, die Güte einer Frucht und ihres Inhalts zu beurteilen, dürfte hier, so glauben Forscher, die evolutionäre Erklärung dafür liegen, dass die meisten Affen drei Sorten von Farbsehzellen (für Rot, Grün und Blau) besitzen.

Die immer perfektere Anpassung der Primaten an das Baumleben brachte im Verlauf der Jahrtausende typische Merkmale der Affen hervor: Sie entwickelten eine Greifhand mit einem abspreizbaren Daumen, mit der sie Bäume umfassen sowie Früchte abpflücken konnten. Aus Kralle wurden Fingernägel. Die Schneidezähne wurden zum Zubeißen, die Backenzähne zum Kauen von Nahrung optimiert. Die Augen richteten sich immer weiter nach vorn aus und ermöglichen so räumliches Sehen. Dadurch konnten die Primaten Entfernung besser abschätzen – für das Leben in Bäumen ein entscheidender Vorteil, wie viele Forscher meinen.

Die meisten Primaten lebten in sozialen Verbänden, deren Gehirn nahm nun an Größe zu. Darüber, welche evolutionären Kräfte zu diesem im Vergleich zu anderen Säugetieren außergewöhnlichen Wachstum geführt haben könnten, spekulieren die Wissenschaftler noch: Es könnte mit einer spruchvoller Ernährung oder mit den komplexen sozialen Beziehungen in der Gruppe oder mit dem Herumtummen in den komplexen Geflecht der Bäume zusammenhängen.

Zum Leben in immer größeren Verbänden und damit zu einem relativ großen Gehirn kam ein weiteres Merkmal, das

an. Aus Vorderfüßen werden Greifhände, aus Krallen Fingernägel,
sodass der Affe beim Sprung den nächsten Ast nicht verfehlt



Ein kleines Säugetier (hier hypothetisch dargestellt) gilt als Stammvater aller Primaten. Vor mehr als 80 Millionen Jahren lebt es im Dickicht der Wälder auf niedrigen Ästen. Zu jener Zeit beherrschen die Dinosaurier den hellen Tag. Also besetzt dieser Proto-Primate eine andere Nische: Er begibt sich nachts auf Insektenfang

Nicht nur die körperlichen Merkmale stimmen weit
Sie nutzen Werkzeuge, lernen eine Symbolsprache, le-



Viele Primaten bevorzugen energiereiche Früchte, die sie mit den Greifhänden abpflücken und mit optimierten Backenzähnen zermahlen. Das Zusammenleben in Gruppen mit komplexen sozialen Beziehungen fördert vermutlich die Entwicklung ihres Gehirns

überein. Schimpansen verhalten sich auch häufig wie Menschen.

in Gruppen und helfen einander. Aber sie lügen auch – und führen Kriege

allerdings auch manch andere Säugetiere, auszeichnet: Die Schwangerschaft dauert besonders lange, und die anfangs hilflosen Babys werden sehr intensiv und bis in die Jugendphase betreut. Sie lernen dabei von den Erwachsenen viel Nützliches – unter anderem die Regeln des Sozialverhaltens.

Zur Entwicklung dieser ersten echten Primaten kam es in der Periode des Eozän vor 58 bis 37 Millionen Jahren. Am Ende dieser Zeit waren sie bereits in zwei Gruppen aufgespalten: in die Afrika und Asien besiedelnden „Altweltaffen“ sowie die in Amerika heimischen „Neuweltaffen“. In der folgenden Periode des Oligozän entstanden die „höheren Primaten“, an deren Ende wiederum eine neue Gruppe auftauchte: die der Menschenaffen, die im frühen Miozän, vor rund 24 bis 20 Millionen Jahren, eine Blüte erlebten. Allein in Ostafrika existierten in dieser Epoche mindestens zehn unterschiedliche Arten.

Im November 2004 berichteten spanische Paläontologen von einem ungewöhnlichen Fund bei Barcelona: Sie hatten Teile des Skelettes eines Menschenaffen ausgegraben, der dort vor 13 Millionen Jahren gelebt hatte. *Pierolapithecus catalaunicus*, so der wissenschaftliche Name, vereinte sowohl ältere Affenmerkmale als auch die moderner Menschenaffen. Die Art könnte daher, so vermuten die Forscher, ein ganz naher Verwandter des gemeinsamen Ahnen aller heutigen Menschenaffen – Orang-Utans, Gorillas, Schimpansen – sowie des Menschen gewesen sein.

Menschenaffen sind schwer und können daher nicht mehr vierfüßig auf dünnen Ästen spazieren wie kleinere Primaten. Stattdessen hängeln sie oft an ihren langen Armen unter den Ästen oder sitzen auf diesen, um sich Nahrung zu greifen. Damit bietet ihre Körperkonstruktion gute Voraussetzungen für eine Neuerung, welche die Kräfte der Evolution schließlich hervorbrachten und die entscheidend in Richtung Mensch führte: den aufrechten Gang (siehe Seite 38).

Doch nicht nur körperliche Merkmale haben Affe und Mensch gemein. Viele Verhaltensweisen, die Forscher früher ausschließlich dem Menschen zubilligen mochten, sind auch bei Menschenaffen zu beobachten. So benutzen Schimpansen systematisch Werkzeuge und können eine symbolische Sprache mit mehr als 100 Zeichen erlernen. Sie täuschen und lügen, helfen sich gegenseitig und schmieden Allianzen – und töten Artgenossen ohne Not in gewalttätigen Auseinandersetzungen, die an die Kriege der Menschen erinnern.

„Im Grunde haben alle Verhaltensweisen, die wir bei Menschen beobachten, ihre Wurzeln bereits bei den Menschenaffen oder noch früher“, so der Primatenforscher Gott-

fried Hohmann vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig. Dazu gehöre auch, dass bei den Menschenaffen Kultur und Tradition ausgeprägt seien – dass also erlerntes Verhalten von einer Generation zur anderen weitergegeben, somit gelehrt und nicht vererbt wird.

„Dabei hat sich herausgestellt, dass längst nicht alle Dinge, die von den Jüngeren übernommen werden, nützlich sein müssen“, sagt Hohmann. Weshalb die Affen sich beispielsweise gegenseitig das Fell pflegen oder bestimmte Rufe ausspielen, haben die Primatenforscher bis heute nicht herausgefunden – möglicherweise ergeben solche Verhaltensweisen auch gar keinen evolutionär begründeten Sinn.

So haben Schimpansen im Thaï National Park an der Elfenbeinküste in Westafrika die Gewohnheit, bestimmte Früchte zum Öffnen mit viel Kraftaufwand auf den Boden zu schlagen, während andere Schimpansengruppen sich diese Mühe sparen. Bei einer Gruppe von Japan-Makaken ist ein „Spiel“ verbreitet, bei dem sich die Affen beide Hände mit Steinen beladen, um sie dann zu werfen – ohne erkennbaren Nutzen.

„Es scheint vielmehr so zu sein, dass Tiere, die so etwas tun, mehr Aufmerksamkeit finden als andere“, sagt Gottfried Hohmann. „Es ist quasi ‚schick‘.“ Primaten hätten offenbar, ähnlich wie Menschen, eine Schwäche für neue, ungewöhnliche Dinge.

Das Geheimnis so mancher äffischer Tradition – und das dürfte auch auf den Menschen zutreffen – scheint daher im Zusammenleben zu liegen. Ein Gruppenmitglied unternimmt oder erfindet etwas, um allein dadurch die Aufmerksamkeit der anderen auf sich zu ziehen.

Der britische Psychologe Robin Dunbar glaubt, dass es einen Zusammenhang zwischen der Größe einer Gruppe und dem Gehirn der einzelnen Individuen gibt. Je mehr Tiere in einer Gemeinschaft zusammenleben, desto komplexer sind ihre sozialen Beziehungen und desto mehr Gehirnkapazitäten und Verhaltensweisen sind notwendig, um diese Beziehungen zu pflegen.

Dunbar hat errechnet, dass das menschliche Gehirn für eine Gruppengröße von maximal 150 Individuen geschaffen ist – eine für Naturvölker typische Zahl. Weil sich bei einer solchen Gruppengröße das soziale Gefüge aber nicht mehr allein durch Kraulen oder Lausen regulieren lässt, habe sich bei den Menschen eine neue Fähigkeit der Kommunikation entwickelt – die Sprache. □

Wissenschaftliche Beratung: Dr. Gottfried Hohmann, Abteilung Primatologie am Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie, Leipzig.

Und Gott spielt keine Rolle mehr

Ist der Mensch Gottes Ebenbild? Ist er gar die Krone der Schöpfung? Nein, sagt 1871 der britische Forscher Charles Darwin. Und schockiert mit seiner Evolutionslehre die konservative Gesellschaft des 19. Jahrhunderts

Text: Matthias Glaubrecht

Februar 1871: In London erscheinen zwei Bücher von jeweils knapp 450 Seiten Umfang in der ungewöhnlich hohen Auflage von mehreren tausend Stück. Bereits drei Wochen später muss das Werk des berühmten britischen Naturforschers Charles Darwin – Titel: „The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex“ – nachgedruckt werden. Wieder einmal hat der Autor mit seinen Thesen Kritik und Entrüstung – und vor allem Aufmerksamkeit hervorgerufen.

Dabei ist die zentrale Aussage der „Abstammung des Menschen“ keineswegs neu. Seit mehr als einem Jahrzehnt empören sich Darwins Gegner über die ungeheure Kränkung, die er der Menschheit 1859 mit seinem revolutionären Werk „On the Origin of Species by Means of Natural Selection“ („Über die Entstehung der Arten durch natürliche Auslese“) zugefügt habe. Darin hat Darwin erklärt, dass Arten nicht konstant seien: Sie wandelten sich, und die natürliche Auslese im Kampf ums Dasein regele die Entstehung und Veränderung aller Lebewesen – auch des Menschen.

Damit hat sich der Forscher radikal gegen die herrschende Überzeugung gestellt, die besagt: Alle Arten sind von Gott geschaffen; sie sind unveränderlich, und der Mensch nimmt als „Krone der Schöpfung“ eine Sonderstellung ein.

Mit der „Abstammung des Menschen“ heizt Darwin die Debatte um die vermeintliche Einzigartigkeit des Menschen nun weiter an. Der sei nicht Gottes Geschöpf; vielmehr hätten Mensch und Tier gemeinsame Ahnen, und die Menschheit habe sich auf natürliche Weise aus affenähnlichen Wesen entwickelt. Darüber hinaus stellt er die These auf, die Evolution des *Homo sapiens* sei den gleichen Prinzipien unterworfen wie die anderer Organismen (siehe Seite 78).

Er sieht sogar die geistigen Fähigkeiten des *Homo sapiens* in der Tierwelt angelegt, indem er auf die stammesgeschichtlichen Wurzeln scheinbar spe-

zifisch menschlicher Eigenschaften verweist. Der Forscher hat keinen Zweifel daran, dass auch bei einem Affen Gemütsregungen wie Trauer, Freude, Angst oder Schrecken zu erkennen sind; dies deutet er als Hinweis darauf, dass Tiere so etwas wie eine Seele und ein Bewusstsein haben.

Im zweiten Teil seines Werkes erläutert Darwin darüber hinaus seine These einer im Tierreich weit verbreiteten sexuellen Selektion. Darunter versteht er die Auswahl des Fortpflanzungspartners – in der Regel durch das Weibchen. Wenn zum Beispiel die Hennen des Pfau den Hahn mit den jeweils längsten, schillerndsten Schwanzfedern am attraktivsten finden, wird sich eben dieses Merkmal von Generation zu Generation stärker ausprägen – obwohl es, anders als nach dem Prinzip der natürlichen Selektion zu erwarten, keinen direkten Vorteil beim Kampf ums Überleben bringt. Es steigert aber die Chancen für die Paarung und damit den Fortpflanzungserfolg.

Diesem zweiten Evolutionsmechanismus schreibt Darwin eine wichtige Rolle für die Entwicklung der menschlichen „Rassen“ zu: All die Unterschiede etwa der Hautfarbe, Behaarung oder Gesichtszüge ließen sich nicht allein mit dem Prinzip der natürlichen Auslese erklären (siehe Seite 144).

Auch über die Herkunft des *Homo sapiens* macht er sich Gedanken. Überall auf der Erde – so weiß er – sind lebende Säugetiere mit ausgestorbener Arten der gleichen Region nahe verwandt. In Afrika, wo Gorillas und Schimpansen leben, die nächstverwandten des Menschen, existierten nach Darwin's Ansicht einst auch inzwischen ausgestorbene Affenarten. Deshalb hält er das afrikanische Festland für die Geburtsstätte des Menschen. Tatsächlich wird er mit dieser Vermutung Recht behalten.

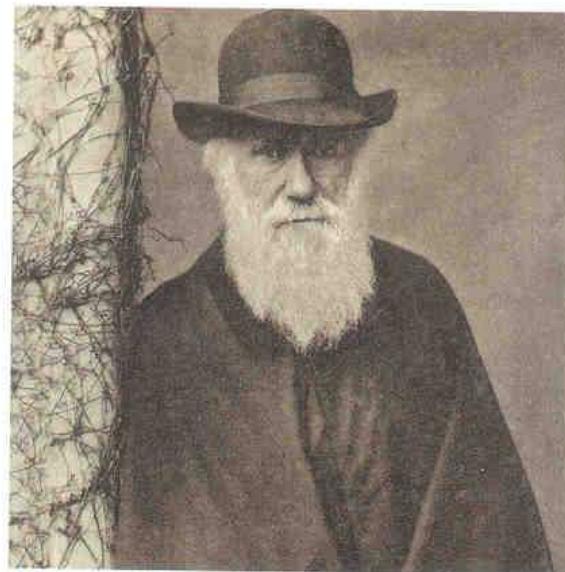
Das Rüstzeug für seine Schlussfolgerungen hat sich der 1809 geborene Arztsohn in Jahrzehnten währender Forschungstätigkeit geschaffen, in deren Verlauf er seine Evolutionstheorie allmählich ent-
wickelt hat.



Die Publikation »The London Sketch Book« hält Darwins Theorie für einen Witz und porträtiert ihn als Affen, der einem anderen Primaten den Spiegel vorhält. Viele Menschen aber sind über Darwins Thesen bestürzt und besorgt. Die »Times« warnt ihre Leser gar vor deren sozialen und religiösen Konsequenzen.

Charles Darwin (1809–1882)

ist zwar Theologe, studiert aber lieber Pflanzen, Tiere und Menschen. Und stellt eines Tages die biblische Schöpfungsgeschichte in Frage



wickelte. Nach seiner Studienzeit in Cambridge hat er zwischen 1831 und 1836 auf einer fast fünfjährigen Weltreise mit dem Vermessungsschiff „Beagle“ vor allem die Küsten Südamerikas erkundet, die Arten studiert und Unmengen von Fossilien und Musterexemplaren gesammelt. Mit der systematischen Ausarbeitung seiner Notizen war er anschließend mehrere Jahre lang beschäftigt.

Auf den Galápagos-Inseln etwa waren ihm Finken aufgefallen, die mit Festland-Arten nahe verwandt waren, sich jedoch von diesen und auch von Insel zu Insel unterschieden. Er vermutete, dass all diese Finken von einer einzigen Art abstammten, sich also aus ihr entwickelt hatten. Auch die Beobachtung, dass lebende Arten mit bereits ausgestorbenen nahe verwandt waren, bestärkte ihn in seiner Vorstellung von einem Wandel der Arten.

Als Darwin eines Tages eine Abhandlung des britischen Ökonomen und Sozialphilosophen Thomas Robert Malthus über die Bevölkerungszunahme las, kam ihm der zündende Gedanke: In dem überall stattfindenden Kampf ums Dasein, dem Tiere und Pflanzen ausgesetzt sind, werden „vorteilhafte“ Abwandlungen eher dazu neigen, erhalten zu bleiben, und unvorteilhafte, zerstört zu werden. Das Ergebnis davon wäre die Bildung neuer Arten“.

Mit anderen Worten: Wenn eine der zufälligen, immer wieder einmal vorkommenden Mutationen bei einem Lebewesen sich im Daseinskampf als Vorteil erweist – etwa ein längerer Rüssel bei einem Nachtfalter, der so den schwer zugänglichen Nektar einer Orchideen-Spezies leichter als andere erreichen kann –, vererbt sich das Merkmal über die Nachkommen des Individuums, tritt deshalb immer häufiger auf und führt allmählich zur Ausbildung einer neuen Art. Dieses Prinzip der „Natürlichen Auslese“ wurde zum wichtigsten Eckpfeiler von Darwins Evolutionstheorie.

Der Forscher brachte seine Entwürfe nur sehr langsam und behutsam zu Papier und arbeitete sie erst 1844 zu einem mehr als 200 Seiten langen Essay

aus, ohne diesen jedoch zu veröffentlichen. Erst als ihm der Pflanzen- und Tiersammler Alfred Russel Wallace 1858 mit einem Manuskript zur Bedeutung der natürlichen Selektion zuvorkommen drohte, entschloss sich Darwin zur Publikation seiner Theorie unter dem Titel „Die Entstehung der Arten“.

13 Jahre später kehrt er mit der „Abstammung des Menschen“ zur logischen Fortsetzung seines früheren Werkes zurück. Er legt dar, dass die entscheidenden Merkmale des Menschlichen – etwa der aufrechte Gang, die Werkzeugherstellung und das soziale Wechselspiel im Gruppenverband – auch die treibenden Kräfte für den Übergang vom Affen zum Menschen waren: „Wenn es für den Menschen ein Vorteil war, Arme und Hände frei zu haben und sicher auf den Füßen zu stehen – und daran kann nach seinem ausgezeichneten Erfolg im Kampf ums Überleben kein Zweifel bestehen –, dann kann ich keinen Grund erkennen, warum es nicht auch für die Vorfürher des Menschen vorteilhaft gewesen sein soll, stärker aufrecht oder auf zwei Beinen zu gehen. Sie wären dann leichter in der Lage gewesen, sich mit Steinen oder Keulen zu verteidigen, ihre Beute anzugreifen oder sich auf andere Weise Nahrung zu beschaffen.“

Von nicht wenigen Fachkollegen wird Darwins These schon bald unterstützt oder jedenfalls als möglich angesehen. Vertreter der anglikanischen Kirche und der überwiegend konservativen Führungsschicht aber üben scharfe Kritik. Nach Erscheinen der „Abstammung des Menschen“ warnte etwa die „Times“ ihre Leser vor den sozialen und religiösen Konsequenzen des Buches.

Noch drastischer hat es bereits 1860 eine viktorianische Dame formuliert. „Hoffen wir, meine Liebe, dass es nicht wahr ist“, sagte sie damals über Darwins Thesen seufzend zu ihrer Freundin, „aber wenn es wahr ist, wollen wir beten, dass es nicht allgemein bekannt wird!“ □

Dr. Matthias Glaubrecht, 43, ist Evolutionsbiologe und Kurator am Museum für Naturkunde in Berlin.



Alfred Russel Wallace (1823–1913) veröffentlicht zeitgleich mit Darwin einen Text über die natürliche Selektion. Doch der erntet mit seinem Buch »The Origin of Species« allen Ruhm



Mit der »Beagle«, einem Vermessungsschiff, segelt Darwin fünf Jahre lang um die Welt. Dabei stößt er auf Belege für seine spätere Theorie von der Entstehung der Arten

seit 7 mio. Jahren >>> aufrechter gang



AUF BEIDEN BEINEN

RICHTUNG MENSCH



Viel früher als noch bis vor kurzem angenommen gelang menschenaffenähnlichen Wesen in den Randgebieten afrikanischer Urwälder der erste Schritt zur Menschwerdung: der aufrechte Gang. Womöglich geschah das sogar mehrfach unabhängig voneinander und in unterschiedlichen Umwelten. Was aber hat sie dazu gebracht?

Am Anfang auf dem Weg zum Menschen war der aufrechte Gang – darin sind sich die Forscher heute einig. Doch wann, wo und wie taten unsere Vorfahren diesen ersten Schritt?

Seit Anfang der 1990er Jahre haben Paläoanthropologen durch Fossilienfunde immer ältere, auf zwei Beinen – **biped** – gehende menschenähnliche Wesen entdeckt. Doch nicht nur das. Weil diese Arten in weit voneinander entfernten Regionen und wahrscheinlich in verschiedenen Umwelten gelebt hatten, kam ein sensationeller Verdacht auf: War die Evolution gar nicht einmalig und geradlinig vom Affen zum Urmenschen verlaufen, sondern die „Bipodie“ womöglich mehrfach entstanden?

War die Zeit vielleicht „reif“ gewesen für diesen Schritt, sodass die Selektionskräfte der Evolution verschiedene Formen von Menschenaffen an verschiedenen Orten dazu brachten, sich auf zwei Beine aufzurichten und diese Körperhaltung beizubehalten?

Bis ins Jahr 1994 galt „Lucy“ – wissenschaftlicher Name: *Australopithecus afarensis* – als ältestes und primitivstes aufrecht gehendes Wesen (siehe Seite 46). Diese *Australopithecus*-Art, äußerlich und von der Gehirngröße noch sehr an Affen erinnernde Vormenschen, hatte vor etwa drei bis vier Millionen Jahren die Savannen Äthiopiens und Ostafrikas bewohnt.

Doch im September 1994 gab ein amerikanisch-japanisch-äthiopisches Forscherteam die Entdeckung eines

neuen, älteren Vorfahren bekannt.

Ardipithecus ramidus (so der heutige wissenschaftliche Name) hatte vor rund 4,4 Millionen Jahren im Gebiet der heutigen Afar-Region in Äthiopien gelebt und sich zweibeinig fortbewegt.

Seltsam aber war: In jenen Zeiten gediehen in dieser Gegend überwiegend Wälder, und auch der dünne Zahnschmelz von *Ardipithecus ramidus* wies auf eine Kost aus Waldfrüchten, Knospen und jungen Blättern, also eine bewaldete Umwelt hin. Die bis dahin favorisierte Hypothese aber besagte, der aufrechte Gang habe sich in der Savanne entwickelt. Damit vertrug der neue Befund sich nicht.

Zur Jahrtausendwende kam es zum nächsten Erkenntnisprung in der Enträtselung der menschlichen Vorgeschichte: In den Tugen Hills im Hochland von Kenia fand eine französisch-kenianische Forschergruppe in einer Schicht vulkanischer Asche den „Millennium Man“ (*Orrorin tugenensis*).

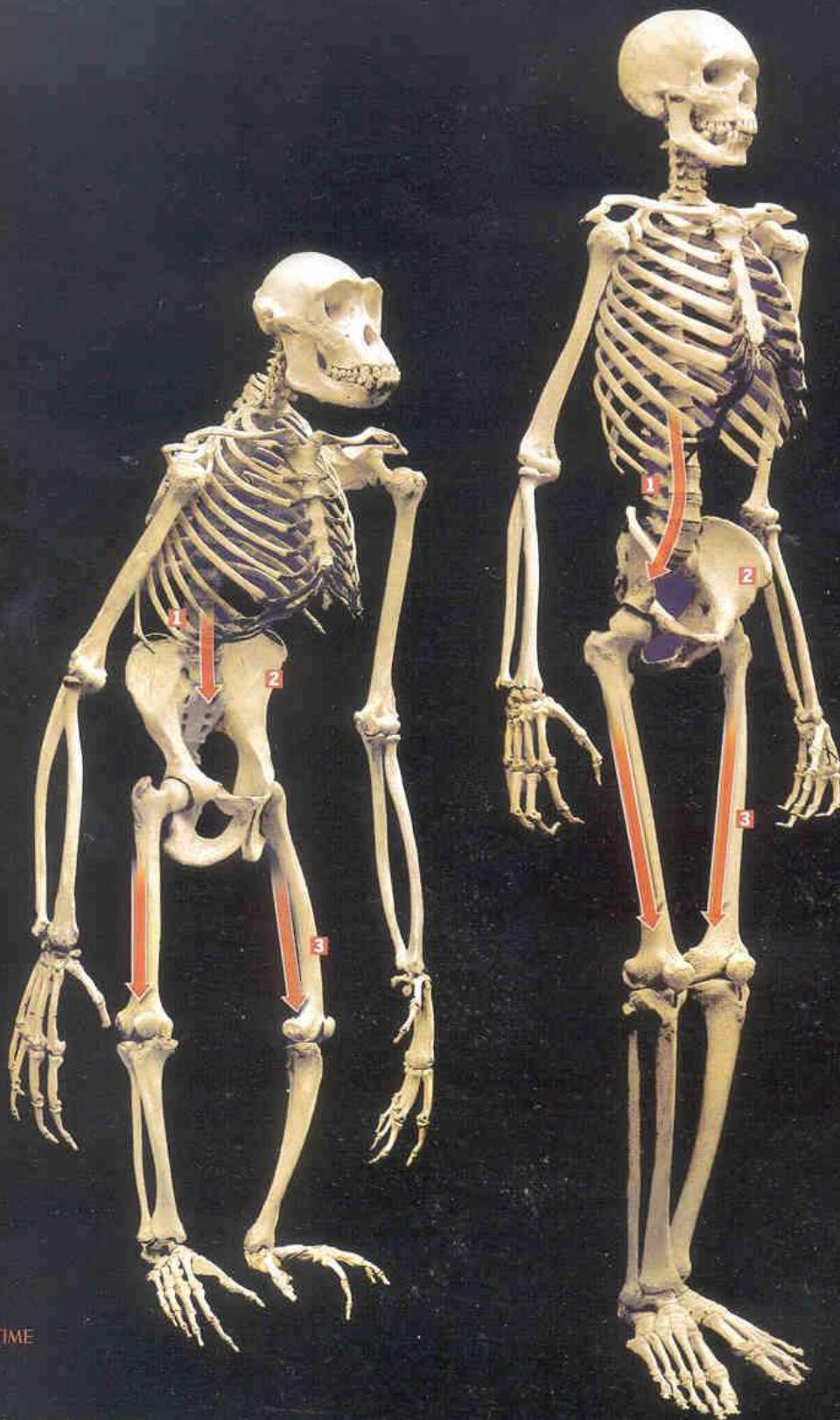
Die Altersbestimmung der Asche und weitere Datierungsmethoden ergaben ein Alter von sechs Millionen Jahren. Und die Form des Oberschenkelknochens ähnelt weit mehr der eines **Hominiden** (wie Biologen die Gattungsgruppe der Menschen und ihrer aufrecht gehenden Vorfahren bezeichnen) als der eines Affen – ein sicherer Beleg für die Bipodie bereits zu dieser frühen Zeit.

Im Juli 2001 erhielt die Menschenfamilie dann noch weiteren Zuwachs: *Ardipithecus ramidus kadabba* war ein schimpansengroßer, aufrecht gehender Vormensch, der vor etwa 5,5 Millionen

Der aufrechte Gang entwickelte sich wahrscheinlich im Wald oder in Waldrandgebieten. Denn inmitten der Savanne hätte ein Vormensch mit zunächst recht unvollkommen ausgebildeter Zweibeinigkeit keine Chance gehabt, es mit Raubtieren aufzunehmen



Oben noch ganz Affe. Kopf und Gehirn eines Vormenschen der Art *Orrorin tugenensis* entsprachen vermutlich weitgehend dem eines Menschenaffen. Die Rekonstruktion des Kopfes ist spekulativ: Es wurden bislang nur wenige Kieferknochen gefunden



Umkonstruktion. Das Skelett eines Schimpansen (links) zeigt lange Arm- und Handknochen, eine starre, gerade Wirbelsäule (1), ein langes schmales Becken (2) und weit auseinander liegende O-förmige Beine (3) – was nur eine vornüber gebeugte aufrechte Haltung ermöglicht. Beim Menschen (rechts) puffert die geschwungene Wirbelsäule (1) Erschütterungen beim Schreiten ab; das breite, kurze Becken (2) erlaubt eine Anordnung der Oberschenkelknochen (3) in einer Linie mit dem Oberkörper, die Knie rücken zusammen. Auf diese Weise entsteht eine X-förmige Beinstruktur, die das Gewicht des Körpers wie eine Säule trägt und die Kräfte über die Knochen von oben nach unten auf die Füße leitet

Jahren Wälder im Gebiet des heutigen Awash-Flusses in Äthiopien bewohnt hatte.

Den nach heutigem Stand ältesten hominiden Zweibeiner schließlich entdeckte der Franzose Michel Brunet mit Kollegen 2002 im Norden des Tschad (siehe Seite 72). *Sahelanthropus tchadensis*, wie Brunet die Art nannte, lebte dort vor etwa sieben Millionen Jahren am Ufer eines Sees.

Der aus den gefundenen Fragmenten zusammenge setzte Schädel verriet den Forschern, wie der „Toumaï Mensch“ ungefähr aussah („Toumaï“ bedeutet in der Sprache der Region: „Lebens mut“): Von hinten ähnelte er einem Menschenaffen, und auch seine wulstigen Stirn knochen erinnern an einen Affen. Ebenso sein nur 320 bis 380 Kubikzentimeter großes Gehirn, dessen Kapazität Abdrücke in der Schädel decke verraten.

Dagegen waren die Zähne des Toumaï Menschen weitaus kleiner als etwa die von Schimpansen. Und auch die Lage der **Hinterhauptsöffnung** – jener Aussparung im Schädel, durch die die Verbindung zwischen Gehirn und Rückenmark läuft – deutete auf einen aufrecht gehenden Hominiden hin.

Mit *Sahelanthropus tchadensis* waren zwei Dinge endgültig geklärt: Der aufrechte Gang war sehr früh in der Evolution entstanden, viele Jahrhunderte vor dem Auftauchen des ersten „richtigen“ Menschen (eines Angehörigen der Gattung **Homo** mit deutlich größerem Gehirn und planmäßig her gestellten Werkzeugen).

Und: Die Bipedie hatte sich nicht in der Savanne,

sondern noch in einer waldreichen Umwelt entwickelt.

Dass diese Neuerung bereits im Wald ihren Anfang nahm, ist gar nicht überraschend, denn auch ein Menschenaffe kann sich aufrichten und kurzzeitig unbefolten auf zwei Beinen laufen. Damit sich allerdings aus dieser Vorstufe eine wirkliche Bipedie entwickeln konnte, waren zahlreiche Konstruktionsänderungen am Skelett des menschlichen Urahnen nötig.

Und genau diese Merkmale sind es, an denen die Paläoanthropologen einem fossilen Knochen ansehen, ob er einst einem aufrecht gehenden Wesen und damit einem Hominiden gehört hat oder nicht.

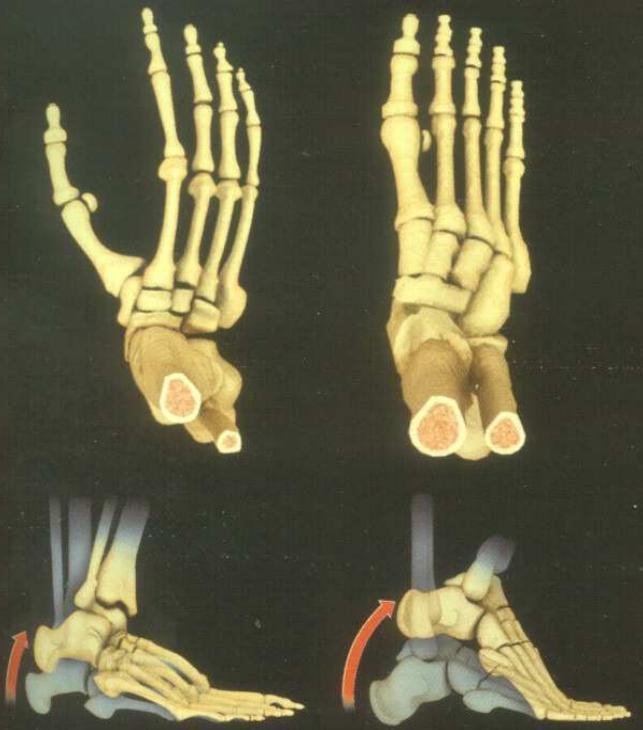
Wenn Schimpansen aufrecht gehen, haben sie „O-Beine“, schwanken dabei hin und her, halten den Körper vornüber gebeugt und benötigen starke Muskelkräfte, um ihn senkrecht zu halten. Die größten Veränderungen bei den aufrecht gehenden Hominiden machen daher das Becken durch.

Es ist kürzer als das eines Menschenaffen, dafür aber breiter, und es hat Hüftgelenke, die es den Beinen ermöglichen, senkrecht unter dem Körper zu stehen, sodass die Haltung energetisch günstiger ist. An den Beckenknochen der Aufrechtingäger gibt es zudem ausgeprägte Ansätze für die starken Gesäß-, Bein- und Fußmuskeln.

Entsprechend sind die Oberschenkelknochen ebenfalls verändert: Im Vergleich zu denen eines Menschenaffen ist ihr Kopf kräftiger, und ihr Hals und Schaft bilden einen größeren Winkel.



Aufrecht auf dem Baum. Die ersten Affenmenschen waren sicher noch gut an das Leben über dem Boden angepasst und konnten mit ihren Zehen Äste umgreifen – wie heutige Schimpansen



Angepasste Füße. Das Fußskelett eines Schimpansen (immer links) zeichnet sich durch einen abspreizbaren großen Greifzeh und eine flache Sohle aus (unten). Dagegen ist der menschliche Fuß (rechts) ganz auf das Laufen spezialisiert, hat den großen Zeh »eingereiht« und eine Wölbung ausgeprägt, die den Gang abfedert und ein besseres Abheben der Ferse erlaubt

Als die Regenwälder vor rund sechs bis sieben Millionen Jahren zu schrumpfen begannen und sich zwischen ihnen Grasland und Buschwerk ausbreitete, mussten die Menschenvorfahren längere Strecken zwischen bewaldeten Gebieten zurücklegen – womöglich ein Grund für die zweibeinige Fortbewegung

Die Oberschenkelknochen sind x-förmig ausgerichtet, nicht parallel wie etwa bei den Schimpansen. Daher zeigt auch das Kniegelenk einen deutlichen Winkel.

Ihre Knie können die Vorfahren im Gegensatz zu Affen bereits voll durchstrecken; dadurch sind sie fähig, ohne Muskelanspannung zu stehen. Die Fußknochen schließlich bilden zwischen Hacken und Zehen eine Wölbung, die als Stoßdämpfer fungiert und einen federnden Gang ermöglicht.

Die Wirbelsäule wird zwischen Brustkorb und Hüfte länger und bildet nun eine – ebenfalls abfedernd wirkende – doppelt S-förmige Kurve.

Und auch am Schädel finden sich eindeutige Anpassungen. Die wichtigste ist die Lage der Hinterhauptsöffnung. Sie befindet sich bei Aufrechttägern unten an der Schädelbasis und liegt damit deutlich tiefer als bei Vierbeinern. Dies ist eine Folge der vertikalen Stellung des Kopfes bei einer aufrechten Körperhaltung. Die Augen können dadurch immer nach vorn blicken.

Zudem haben sich die Ansatzpunkte der Nackenmuskulatur verändert: Die nach vorn orientierten Köpfe von Vierbeinern erfordern deutlich stärkere Nackenmuskeln als die auf dem senkrechten Rumpf ausbalancierten Köpfe der Zweibeiner. Entsprechend kräftiger fallen bei Vierbeinern die Schädelansatzpunkte der Nackenmuskeln aus.

All diese Veränderungen müssen die Urahnen der Menschheit durchlaufen haben, bevor der aufrechte Gang „perfekt“ war. Deshalb kann die Bipedie nicht durch einige wenige Erbänderungen (Mutationen) entstanden sein, sondern brauchte eine lange Zeit. Was aber mag die treibende Kraft für diese Entwicklung gewesen sein?

Der Anstoß kam vermutlich von außen: Vor sechs bis sieben Millionen Jahren begann sich die Umwelt stark zu verändern. Weltweit kühlte das Klima ab, in Europa begann das Eiszeitalter. Auch Afrika wurde kälter und trockener. Daher dünnte der ehemals feuchte, von der West- bis zur Ostküste reichende tropische Regenwald aus und wurde zunehmend von mit Gras und Buschwerk bewachseneren Savannen unterbrochen.

Besonders stark war dieser Effekt in Ostafrika. Dort entstand vor rund 20 bis 30 Millionen Jahren durch die Drift der Kontinentalplatten der Ostafrikanische Graben (Rift Valley). Hohe, in Nord-Süd-Richtung entlang dieses Grabens verlaufende Bergketten bildeten Barrieren zu tropischen Regenwaldzonen Zentralafrikas, sodass der Osten – nur durch die weniger feuchten Passatwinde versorgt – trockener wurde. Genau dort wurden bislang die meisten Hominiden-Fossilien gefunden.

Konnten sich Menschenaffen zuvor noch klettern durch den Regenwald bewegen, mussten sie mit dessen Ausdünnung immer häufiger auch „zu Fuß“ Wege zwischen den Bäumen überbrücken. Dies konnten sie freilich auch auf vier Beinen – was sogar schneller ist. Warum also gingen sie irgendwann nur noch auf zweien?

Manche Forscher argumentieren, dass die durch den aufrechten Gang freie

gewordenen Hände für feine manipulative Arbeiten verwendet werden konnten.

Doch auch Affen sind „Feinmechaniker“ – sie setzen sich dazu einfach hin. Dass die Hominiden solche Arbeiten nun auch stehend oder gehend verrichten konnten, brachte ihnen keine erkennbaren Vorteile.

Andere Wissenschaftler stellten die These auf: Die Männchen gingen Nahrung sammeln und brachten die Vorräte in den durch den aufrechten Gang frei gewordenen Händen zu ihren Weibchen, die sich so besser um den Nachwuchs kümmern konnten. Die geschicktesten Männchen wurden für diese „Dienstleistungen“ mit Sex belohnt und steigerten so ihren Fortpflanzungserfolg – ein **Selektionsmechanismus**, der die Verbreitung des aufrechten Gangs förderte.

Zu beweisen ist die Hypothese allerdings nicht.

Eine neue Erklärung hat Carsten Niemitz gefunden, Human- und Evolutionsbiologe an der Freien Universität Berlin: Als die Regenwälder schrumpften und weniger Nahrung boten, hätten die Hominiden begonnen, in Flüssen und Seen nach eiweißhaltiger Nahrung wie Muscheln und Schnecken zu suchen. Aufrecht konnten sie besser im Wasser waten, weil es so weniger Widerstand bot. Dies ermöglichte auch eine schnellere Flucht, falls sie von Krokodilen überrascht wurden – ein Selektionsvorteil.

Außerdem konnten sie aufgerichtet besser auf den Grund der Gewässer sehen, weil die Oberfläche von oben betrachtet weniger reflek-

tiert als aus der flacheren Perspektive eines Vierbeiners.

Als weiteres Indiz für die Muschel- oder Schneckenjagd nennt Niemitz die Tatsache, „dass bestimmte ungesättigte tierische Fettsäuren für die Ausbildung unseres Gehirns unersetzlich sind, aber praktisch nur in Wassertieren vorkommen“.

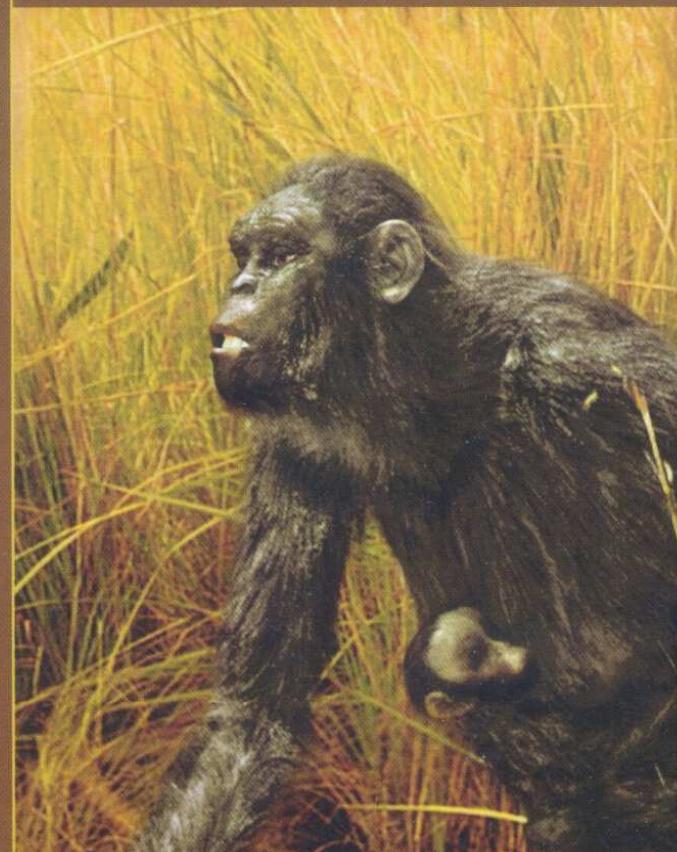
Gewiss aber waren es mehrere Faktoren, die den aufrechten Gang gefördert haben. Waren es vielleicht sogar verschiedene Gründe an verschiedenen Orten?

Im Jahr 1997 präsentierte ein deutsch-spanisches Wissenschaftlerteam eine verblüffende Erkenntnis: *Oreopithecus bambolii*, ein Affe, der vor rund acht Millionen Jahren in der Gegend der heutigen Toskana lebte, war offenbar bereits auf zwei Beinen gegangen – lange bevor sich irgendein Hominide aufgerichtet hatte.

Die Heimat des *Oreopithecus* war damals eine Insel, vermutlich frei von Raubtieren. Deshalb, so sagen die Forscher, hätten sich die Affen ohne Gefahr an das Bodenleben anpassen können und die Bipedie entwickelt, um besser an Nahrung zu gelangen. Als jedoch die Insel wieder Anschluss ans Festland bekam und Raubtiere einwanderten, sei dieser frühe Zweibeiner verschwunden.

Mit *Oreopithecus* war immerhin bewiesen: Die aufrechte Fortbewegung hatte sich bei den Primaten mindestens ein Mal unabhängig von der Menschenlinie entwickelt. Damit liegt die Vermutung nahe, auch innerhalb der Hominiden könne der Schritt mehrfach geschehen sein. Und dafür sprechen die neuen Vormenschenfunde.

Weil die Vormenschen zunehmend in Galeriewäldern lebten und vermutlich häufig in Flüssen oder Seen nach eiweißreicher Nahrung suchten, könnte das Waten auf zwei Beinen vorteilhaft gewesen sein – es bot dem Wasser weniger Widerstand und erlaubte rasches Entkommen bei Krokodilattacken



Handhabung. Dank aufrechter Körperhaltung waren Babys oder Nahrung mit den Händen zu tragen, was nach einer der Hypothesen über den aufrechten Gang ein Selektionsvorteil gewesen sein könnte



Knochenbeweis. Die Struktur des Oberschenkelhalses von *Orrorin tugenensis* – rechts eine dreidimensionale, auf Computertomographien basierende Rekonstruktion – ähnelt weit mehr der eines Menschen als der eines Affen: Sie belegt zweifelsfrei eine aufrechte Körperhaltung

Sahelanthropus zum Beispiel lebte nicht nur etwa 2500 Kilometer von den ostafrikanischen Gebieten entfernt, in denen Orrorin und Ardipithecus entdeckt wurden, sein Schädel zeigt auch eine eigenartige Mischung aus sehr äffischen und viel moderneren Merkmalen. Das spricht für eine eigene Entwicklungslinie.

Insgesamt sind die **morphologischen** Unterschiede zwischen den ersten bipeden Hominiden so groß, dass manche Forscher inzwischen annehmen, dieser Evolutionsschritt sei tatsächlich mehrfach geschehen.

Geschah er womöglich auch in unterschiedlichen Umwelten? Einige Indizien weisen darauf hin, denn Ardipithecus bewohnte offensichtlich Wälder, Orrorin eine Mischung aus offenem Waldland und Savanne, und Sahelanthropus lebte in Regionen mit Flüssen, Seen, Sümpfen, Grasland, Baumsavannen und Waldgebieten.

Noch aber gibt es zu wenige Hinweise für eine sichere Aussage darüber, inwieweit die Umwelten die verschiedenen Pfade zur Bipedie ermöglicht haben könnten.

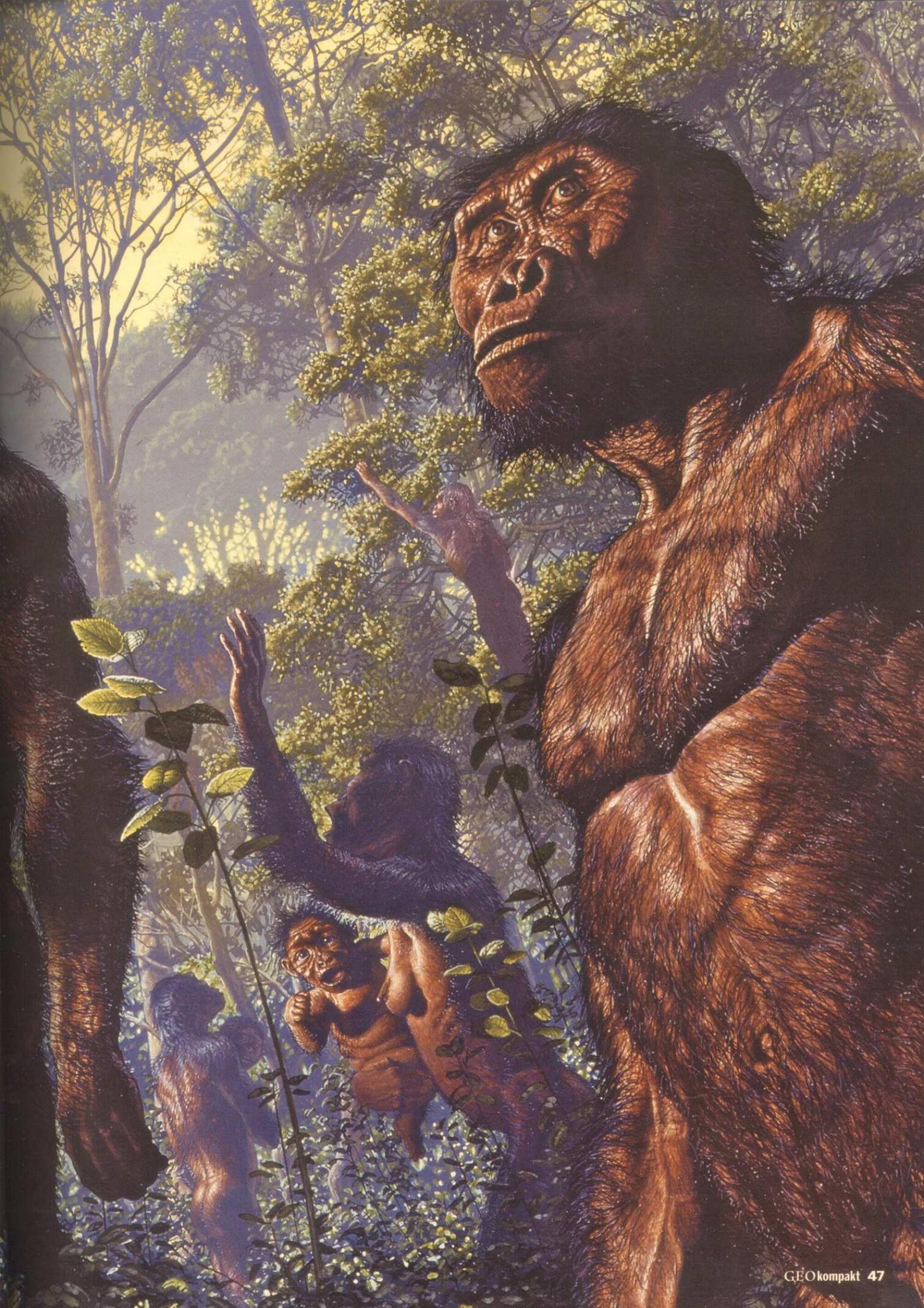
Eines ist allerdings klar: Die evolutionäre Neuerung des aufrechten Gangs eröffnete der Hominidengruppe viele Möglichkeiten. Sie war Voraussetzung dafür, dass sich die Menschenvorfahren hinaus in die Savanne wagen, ihre Hände immer geschickter nutzen und – etliche Millionen Jahre später – zum ersten Homo reifen konnten. □

Beratung: Prof. Carsten Niemitz, Institut für Humanbiologie und Anthropologie, Universität Berlin.

Das Zeitalter der Affenmenschen

Aufrecht gehen affenähnliche Wesen schon längst, doch vor rund vier Millionen Jahren scheint die Evolution regelrecht zu experimentieren: Auf einmal treten mehrere Arten solcher Vormenschen auf, leben sogar lange gleichzeitig und zum Teil in derselben Region. Eine Art dieser »Südaffen« bringt offenbar dann die Voraussetzungen dafür mit, dass sich aus ihr die Gattung Mensch entwickelt

Zu Hause in Wald und Savanne Vormenschen der Art *Australopithecus afarensis* streiften vor rund 4 bis 3 Millionen Jahren tagsüber durch Ostafrikas Wälder oder suchten im Grasland nach Nahrung. Die Nächte aber verbrachten sie vermutlich auf Bäumen – um Raubtieren zu entgehen





Schritte in die Vergangenheit
Einem wohl einmaligen Zufall ist diese Szene zu verdanken: Fußabdrücke zweier aufrecht gehender Vormenschen, konserviert in 3,6 Millionen Jahre alten Sedimenten aus Vulkanasche. Dieser direkte Beweis für die Bipedie, die Zweifüßigkeit, wurde 1978 in Laetoli (Tansania) vom Team der legendären Forscherin Mary Leakey entdeckt

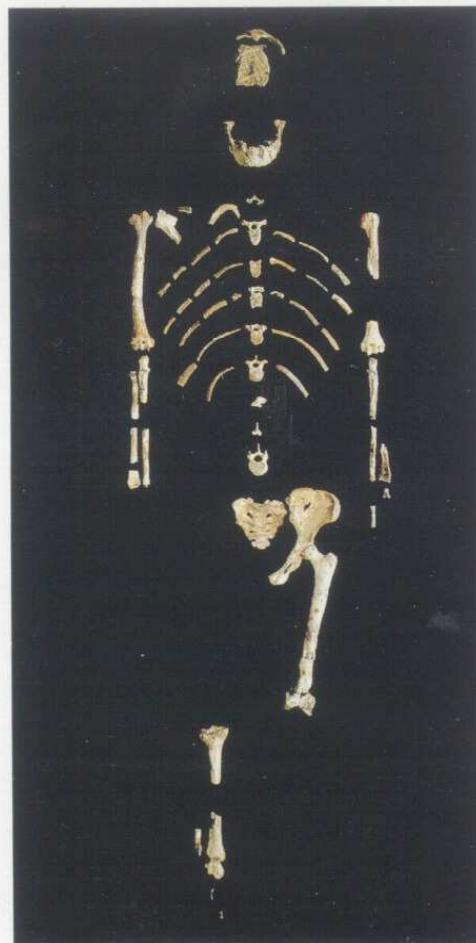
Februar 2005: Nach langer Suche in der kargen Afar-Region Äthiopiens werden die Mitarbeiter eines internationalen Forscherteams endlich fündig: Ein Anthropologe entdeckt im Sand der rund vier Millionen Jahre alten Sedimente einen fossilen Oberschenkelknochen, der offensichtlich zu einem aufrecht gehenden Wesen gehört hat. Diesen Schluss lassen der Winkel des Oberschenkelhalses sowie die Form des Kopfes zu, mit dem der Knochen in der Hüftpfanne sitzt: Beide ähneln weitaus mehr denen eines Menschen als eines Affen. Haben die Anthropologen hier einen neuen Vorfahren von *Homo sapiens* gefunden?

Vor vier Millionen Jahren, das wissen die Forscher, lebten noch keine „richtigen“ Menschen, sondern **Vormenschen**. Das waren Wesen, die zwar bereits aufrecht gehen konnten, deren Gehirn jedoch nicht viel größer war als das eines Schimpansen (weshalb sie zuweilen auch Affenmenschen genannt werden). Solche **Australopithecinen** haben mehrere Millionen Jahre lang existiert. Der Name leitet sich aus den lateinischen Wort „australis“ (südlich) sowie dem griechischen Begriff „pithekós“ (Affe) ab und geht auf einen ersten Fund eines „Südaffen“ 1924 in Südafrika zurück.

In der Afar-Region Äthiopiens ist bereits vor der Expedition im Februar 2005 eine Variante dieses Vormenschen gefunden worden, sein wissenschaftlicher Name: *Australopithecus afarensis*. Doch der neue Knochen ist mit einem geschätzten Alter von mehr als vier Millionen Jahren etwas älter als die Afarensis-Fossilien – und er ist auch recht groß.

Vor allem aber weisen anatomische Feinheiten, wie etwa die Ansätze von Muskeln und Sehnen, darauf hin, dass es sich um ein Wesen handelt, das anders ging als *Australopithecus afarensis* und somit womöglich auch neue Erkenntnisse über den aufrechten Gang liefern kann (siehe Seite 38).

Hat hier also eine weitere Art von Vormenschen gelebt? Sollte sich das bestätigen, dann würde eine Vermutung bekräftigt,



Lucy – ein Fossil macht Karriere

Als 1974 in Äthiopien das ungewöhnlich gut erhaltene Skelett der Vormenschen-dame »Lucy« entdeckt wurde, war das eine Sensation. Nie zuvor hatten Forscher Relikte von aufrecht gehenden Wesen aus einer Zeit vor mehr als drei Millionen Jahren identifiziert. Das musste unsere Urahnnin gewesen sein, glaubten sie. Doch Lucy blieb keineswegs allein

die viele **Urmenschen**forscher seit einigen Jahren hegen: Die Evolution befand sich in jener Zeit offenbar in einer Art Experimentierphase. Sie hatte mehrere **Hominiden** (unter dem Begriff verstehen Anthropologen alle Menschenarten sowie ihre aufrecht gehenden Verwandten und Vorfahren) hervorgebracht, die zum Teil gleichzeitig lebten, manche sogar in der gleichen Region.

Das bedeutet: Es gab offenbar nicht nur eine Linie von Vorfahren, die sich von einem affenähnlichen Wesen zum Menschen entwickelte, sondern mehrere parallel verlaufende Entwicklungen. Nur einer dieser Vormenschen aber hat es schließlich zum Ersten der Gattung *Homo* gebracht, zum Werkzeugmacher mit dem größeren Gehirn (siehe Seite 58).

Doch wer?

Lange Zeit galt diese Frage unter den Forschern als bereits geklärt. Denn mehr als 20 Jahre lang war überhaupt nur eine Vormenschenart aus jener Periode zwischen drei und vier Millionen Jahren bekannt. Und deren Entdeckungsgeschichte ist untrennbar mit einem weltbekannten Songtitel der Beatles verknüpft.

Sie begann im Herbst 1973, als Donald Johanson, ein 30-jähriger Paläoanthropologe, bei einer Grabung in der Nähe des Awash-Flusses in Äthiopien ein mindestens drei Millionen Jahre altes Kniegelenk fand. Das Besondere daran: Schienbein und Oberschenkelknochen bildeten einen Winkel – wie beim Menschen – und keine gerade Linie wie beim Affen. Das Gelenk musste daher zu einem aufrecht gehenden Wesen gehört haben.

Was für ein Geschöpf es gewesen war, entdeckte der Amerikaner bei einer Expedition im Jahr darauf. Am 30. November 1974 stieß Johanson an einem Hang auf einen menschenähnlichen Armknochen. Bald stellte sich heraus, dass im Boden weitere fossile Skelettreste lagerten: ein Stück Schädel, Rückenwirbel, Teile eines Beckenknochens – ein extrem seltener Glücksfall, wie den Forschern sofort klar war.

Ausgelassen versammelte sich das Team abends im Camp, trank und feierte, hörte dabei immer wieder den Beatles-Song „Lucy in the Sky with Diamonds“ – und hatte schließlich den Einfall, das Fossil „Lucy“ zu nennen. In den nächsten Wochen konnten Johanson und seine Kollegen insgesamt 47 Knochen bergen, etwa 23 Prozent des Skeletts, eine Sensation in der Welt der Paläoanthropologen.

Nachdem 1973 in Äthiopien ein fossiles Kniegelenk gefunden worden war, begann eine neue Ära der Vormenschenforschung

Anangepasst an unterschiedliche Umwelten und spezialisiert auf unterschiedliche Nahrungsquellen, konnten mehrere Arten nebeneinander existieren

Lucy wurde schnell zur Berühmtheit: Es war der bislang umfangreichste Skeletrest eines Vormenschen und der erste Nachweis solcher Wesen aus einer Zeit, die mehr als drei Millionen Jahre zurücklag. Die Wissenschaftler waren sich sicher: Das musste unser aller Urahn sein.

Und es blieb nicht bei dem einen Fund. Schon ein Jahr später spürten Johanson und sein Team ebenfalls in Äthiopien die Reste von mindestens 13 verschiedenen Individuen derselben Art auf.

Noch spektakulärer war eine Entdeckung, welche die Paläoanthropologin Mary Leakey (siehe Seite 70) und ihre Mitarbeiter im Jahr 1976 in Laetoli in Tansania machten. Vor 3,6 Millionen Jahren hatte dort der Vulkan Sadiman die Umgebung mit einer sandfeinen Schicht aus karbonatreicher Asche bedeckt. Ein Regenguss hatte die Asche befeuchtet; darüber waren dann zwei unterschiedlich große Vormenschen von Süden nach Norden gestapft – und hatten ihre Fußabdrücke wie in frischen Beton geprägt.

In der Mitte der Spur waren sie stehen geblieben, hatten sich gedreht, um nach Westen zu blicken, und waren weitergegangen. Die Sonne hatte die Asche schnell zu einer steinarten Schicht verbacken, ein zweiter Ascheregen hatte sie

bedeckt und auf diese Weise konserviert. Diesen Moment aus der Vergangenheit bezeugt die 27 Meter lange fossile Spur mit insgesamt über 69 Fußabdrücken – ein einzigartiger, direkter Beweis für den aufrechten Gang aus jener frühen Epoche.

Da am gleichen Ort zudem auch Fossilien von *Australopithecus afarensis* – so der wissenschaftliche Artnname von Lucy – gefunden worden waren, lag für die Forscher auf der Hand, wer dort auf zwei Beinen durch die Vulkanasche getappt war: Lucy's Artgenossen, die demnach die Ahnen der Menschheit gewesen sein mussten – schließlich gab es ja keine Alternative.

Das änderte sich freilich ab 1994: Innerhalb weniger Jahre wurden etliche neue Vormenschen-Arten entdeckt. So gruben die Anthropologin Meave Leakey – Marys Schwiegertochter – und ihre Mitarbeiter am Turkanasee in Kenia 3,9 bis 4,2 Millionen Jahre alte Hominidenreste aus, vorwiegend Zähne und Kiefer, die sie *Australopithecus anamensis* nannten (siehe Seite 114).

1995 berichteten französische Forscher von einem Zeitgenossen Lucy's, den sie in Bahr el Ghazal im Tschad aufgespürt hatten: *Australopithecus bahrelghazali*, der vor 3

bis 3,5 Millionen Jahren 2500 Kilometer westlich von Lucy gelebt hatte und dessen Kinnpartie „moderner“ wirkt als die von Lucy's Artgenossen.

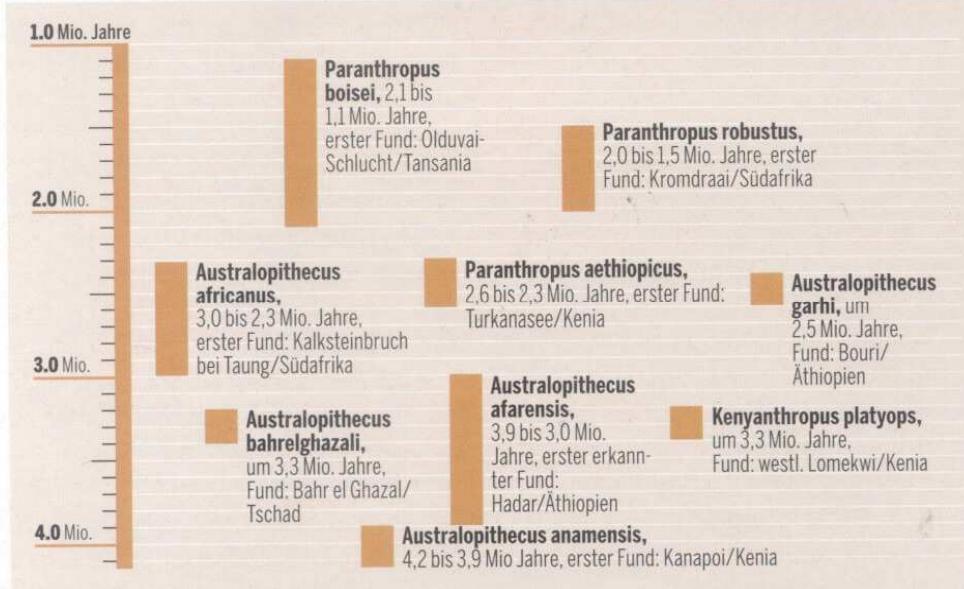
Und im Jahr 1999 förderten wiederum Meave Leakey und deren Team westlich des Turkana-Sees einen 3,5 Millionen Jahre alten, eigenartigen Schädel zutage. Er zeigte eine so ungewöhnliche Kombination von Merkmalen – zum Beispiel kleine Ohröffnungen, ein breites, flaches Gesicht und kleine Backenzähne mit dickem Zahnschmelz –, dass die Entdecker darin nicht nur eine neue Art, sondern sogar eine eigene Gattung sahen (in einer Gattung werden verwandschaftlich einander sehr nahe stehende Arten zusammengefasst, die sich jedoch untereinander nicht mehr fortpflanzen können).

Deshalb nannten sie ihr Fossil *Kenyanthropus platyops* (etwa: „Der Kenia-Mensch mit dem flachen Gesicht“). Erneut war ein Zeitgenosse Lucy's entdeckt worden.

Und nun noch der Fund vom Februar 2005 aus Äthiopien: Ganz offensichtlich haben sich in jener Epoche vor etwa 3,3 Millionen Jahren mehrere Hominiden entwickeln können, hatte die Natur eine Art „Probierstadium“ für verschiedene Menschenformen erreicht.

Die gleichzeitige Existenz mehrerer ähnlicher Arten aber ist nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Entweder bewohnen die einzelnen Arten verschiedene geographische Gebiete, oder aber sie besetzen unterschiedliche ökologische Nischen – nutzen also jeweils andere Nahrungsquellen oder sind an spezielle Lebensräume wie Savanne, Waldrand oder feuchte Biotope angepasst.

Um die Lebensbedingungen der Vormenschen vor drei bis vier Millionen Jahren zu begreifen, müssen die Forscher daher die Umwelten jener Zeit rekonstruieren. Darauf ist beispielweise Oliver Sandrock vom Hessischen Landesmuseum in Darmstadt spezialisiert. Er analysiert Fossilien von Tieren, die damals gelebt haben und deren Relikte tausendfach häufiger vorkommen als die von Hominiden. Sie offenbaren, wie das damalige Ökosystem ausgesehen hat.



Vor etwa vier Millionen Jahren begann die Blütezeit der Vormenschen. Zeitweilig lebten bis zu drei Arten (zwei *Australopithecus*-Arten sowie *Kenyanthropus platyops*) gleichzeitig in Afrika. Einige entwickelten sich ab der Zeit vor 2,6 Mio. Jahren weiter zu »robusten« Typen (*Paranthropus aethiopicus*, *boisei* und *robustus* – alle drei früher *Australopithecus* genannt)

„Hominiden kamen meist in Grasland und Waldlandhabitaten vor, aber nie im geschlossenen Regenwald – wie etwa Schimpansen“, sagt Sandrock. *Kenyanthropus platyops* beispielsweise lebte offenbar in einem Seerand-Gebiet, zu dem Überflutungsebenen von Flüssen sowie ausgedehnte Wald- und Graslandschaften gehörten, in denen sich auch Paviane, Schweine und Impala-Antilopen tummelten.

Da diese Vormenschenart kleinere Backenzähne und eine kürzere „Schnauze“ hat als Lucy und ihre Artgenossen, glauben die Forscher, dass die beiden Arten sich unterschiedlich ernährten.

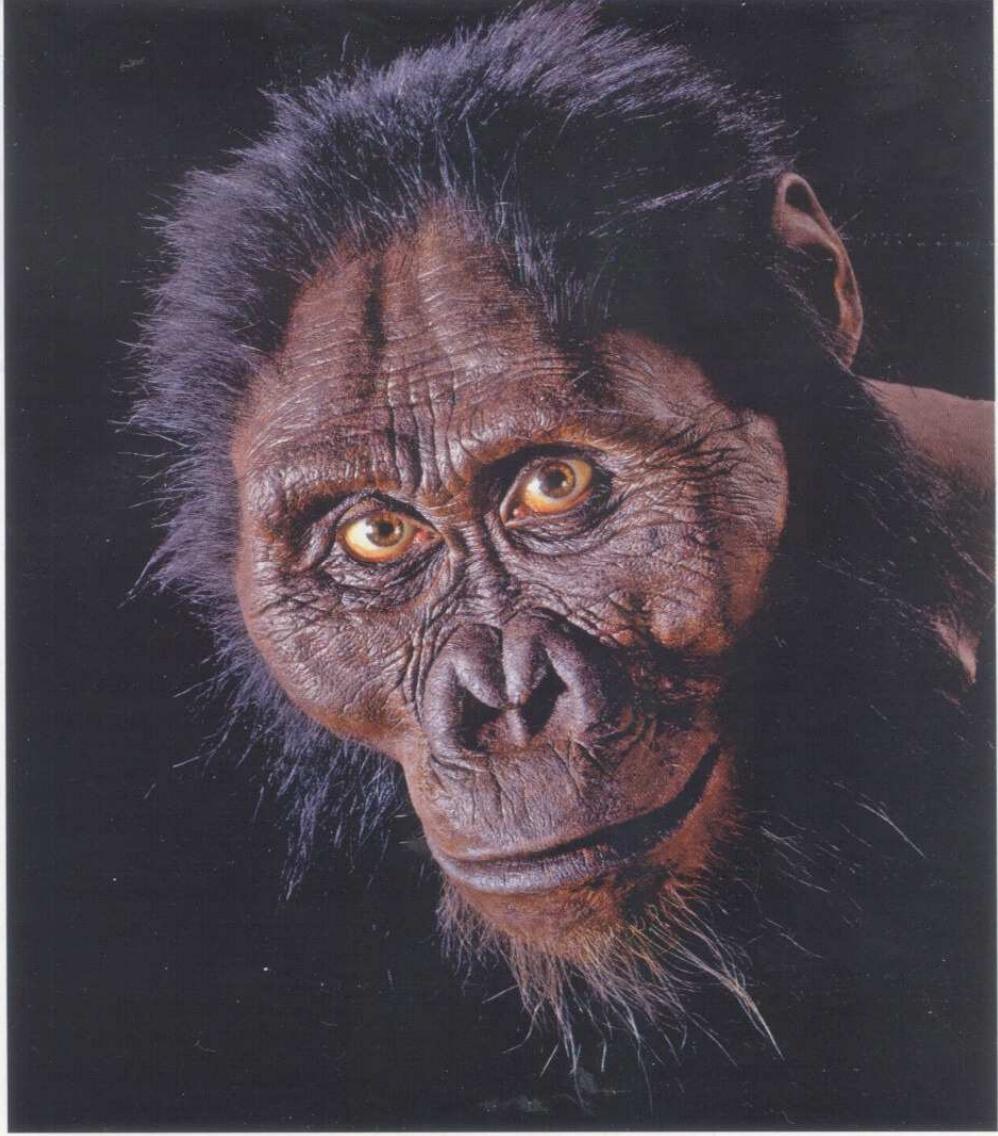
Andere anatomische Details weisen ebenfalls auf abweichende Lebensweisen hin. So auch bei dem im Februar 2005 in Äthiopien entdeckten Oberschenkelknochen: „Er zeigt eine Mischung von Merkmalen, die bislang so nicht bekannt war“, sagt Gerhard Weber von der Universität Wien, Mitglied des Teams, das den Knochen gefunden hat. Offenbar war die Anpassung an den aufrechten Gang bei diesem Hominiden noch nicht so weit fortgeschritten wie bei Lucy.

„Das könnte bedeuten: Es gab unterschiedliche Linien, die auf jeweils eigenen Wegen zur Bipedie gefunden haben“, folgert Weber. In einer Periode vor vier Millionen Jahren – der aufrechte Gang war bereits seit rund zwei Millionen Jahren entwickelt –, lebten also Arten mit unterschiedlich stark ausgeprägter Bipedie.

Um den neuen Fund aus Äthiopien einzuordnen, ist es noch zu früh. Lucy (*Australopithecus afarensis*) jedoch, so nehmen die Paläoanthropologen an, verbrachte viel Zeit auf Bäumen, denn die Art besaß noch einen abspreizbaren großen Zeh, auffällig kurze Beine und lange Arme.

Diese Vormenschen lebten wahrscheinlich in kleinen Gruppen in einem Mosaik aus Waldland und Graslandschaften, sammelten Früchte, Beeren, Nüsse, Samen, Schösslinge und Pilze, gruben Knollen und Wurzeln aus, fingen auch Reptilien, Jungvögel, Weichtiere, Insekten und kleine Säugetiere oder vertilgten Eier.

Die Analyse an der Fundstelle von *Australopithecus anamensis* hingegen ergab, dass sich um den Turkanasee vor vier



Millionen Jahren eine relativ trockene, offene Landschaft hinzog. Diese Hominidenart musste sich also in einer Umwelt behaupten, in der nur vereinzelte Baum- oder Dornbuschgruppen Schutz boten. Um sie zu erreichen, etwa um Raubtieren zu entgehen, war ein gut entwickelter aufrechter Gang gewiss von Nutzen.

So scheint es in dieser Epoche eine Blüte von Vormenschen gegeben zu haben, von denen einige noch recht stark an das Baumleben angepasst waren, andere mehr in offenen Graslandschaften lebten. Wer aber von wem abstammt, ist nach wie vor umstritten.

„Das Bild wird mit jedem Fund nicht etwa klarer, sondern komplizierter“, konstatiert Ottmar Kullmer vom Senckenberg-Forschungsinstitut in Frankfurt. Dem Paläoanthropologen zufolge steht nicht einmal fest, ob es sich wirklich immer um verschiedene Arten handele. Schon die große Seltenheit der Funde sowie deren Altersdifferenz von Jahrhunderttausenden machten sichere Aussagen schwierig. So könnten die Unterschiede zwischen einigen Fossilien auch nur **morphologische**

Zweierlei Lucy

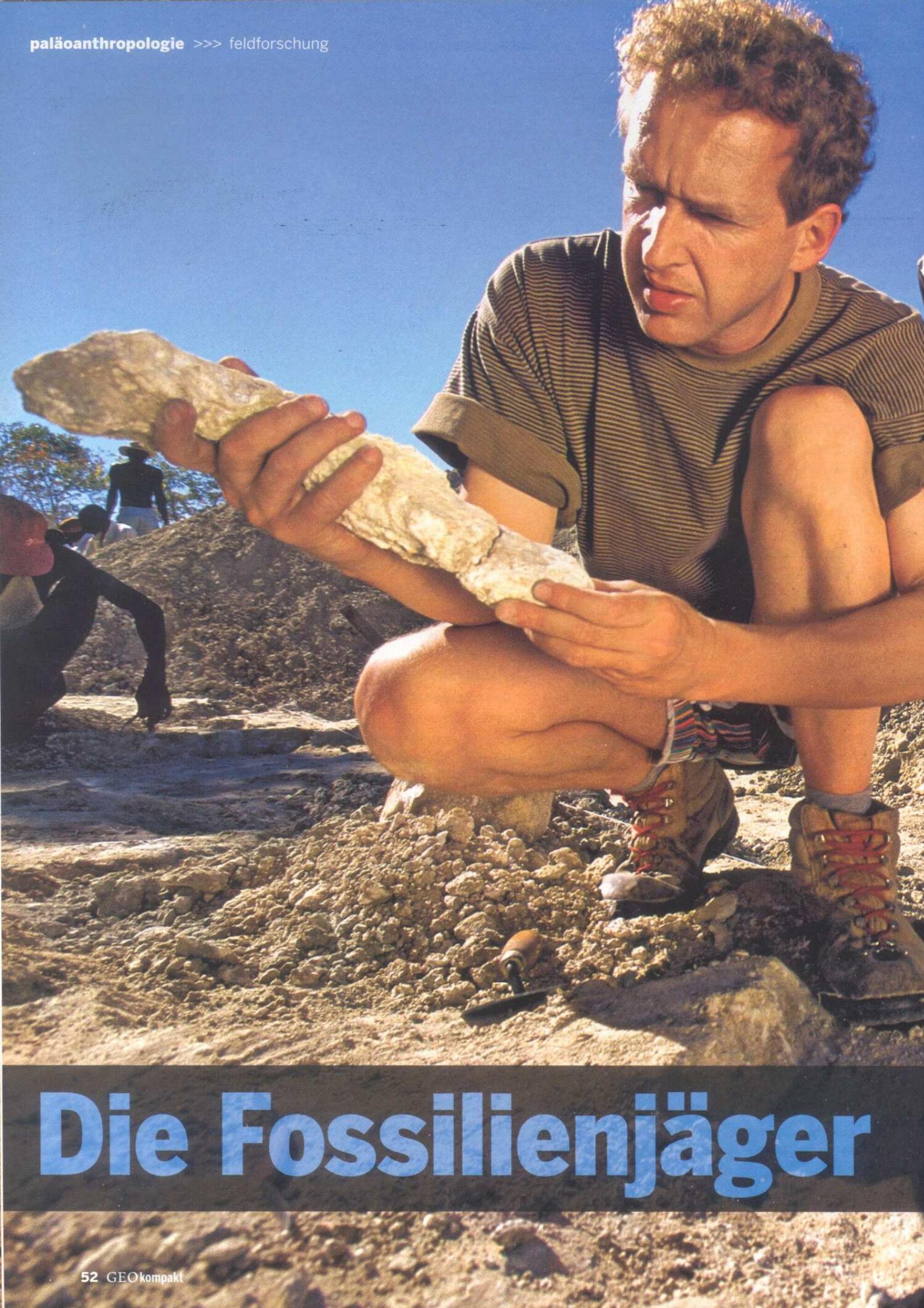
Wie dunkel war der Teint von Lucy? Die Paläontologen sind angesichts von Knochenfunden auf Spekulationen angewiesen, und so gibt es dieses Porträt von *Australopithecus afarensis* sowohl mit ganz dunkler (oben) als auch mit helerer Gesichtshaut (siehe Titelbild)

Varianten einer Art sein, glaubt Kullmer, sozusagen lokale Besonderheiten.

Aus einer dieser Kreaturen aber muss die Linie hervorgegangen sein, die zum Menschen führte. Lange Zeit war sie nicht allein, denn noch über Jahrmillionen tummelten sich verschiedene aufrecht gehende Wesen auf der Erde. Dass der Vormensch Gesellschaft von anderen Hominiden hatte, scheint der Normalfall gewesen zu sein.

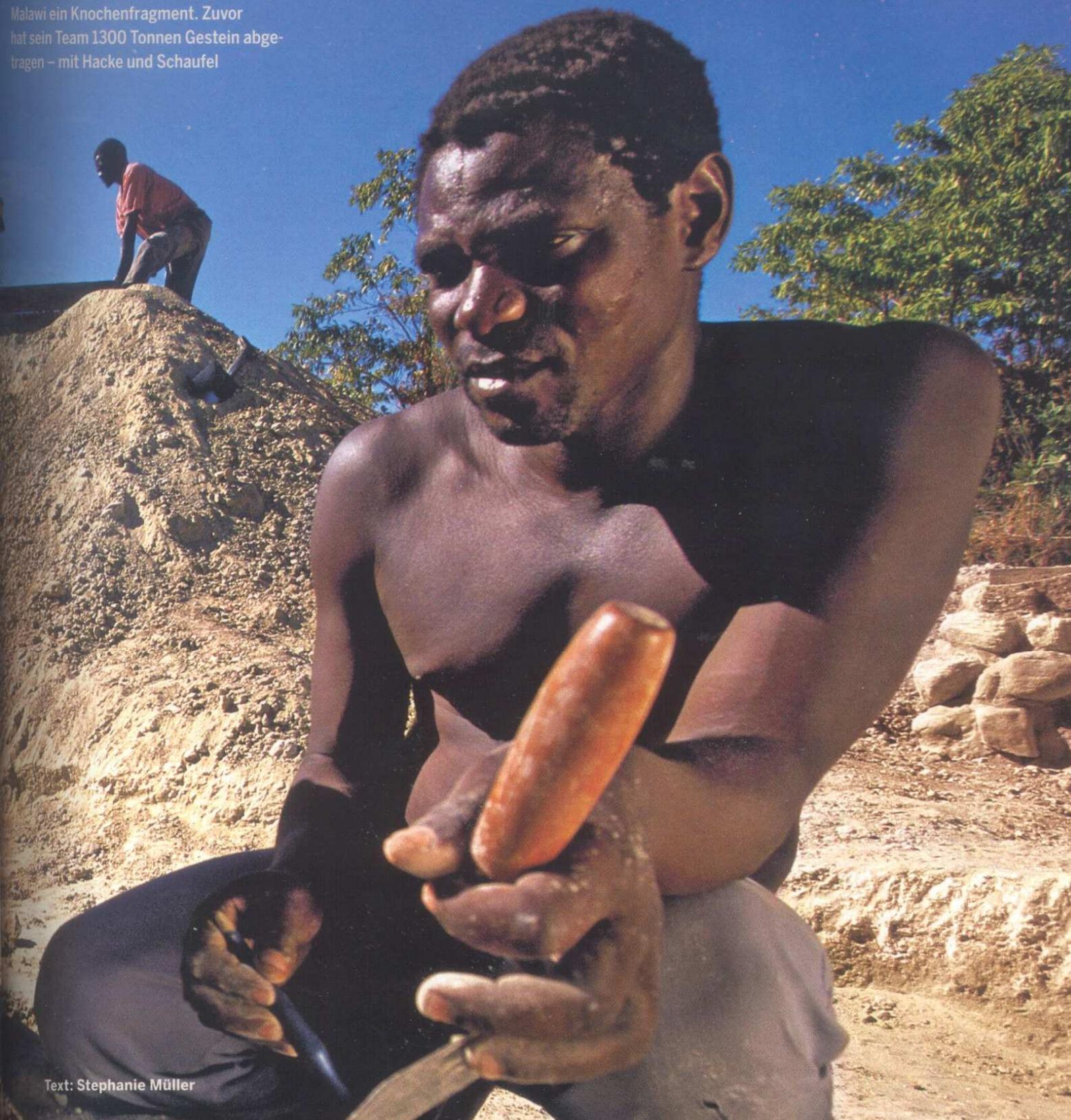
Heute ist das anders, denn nur eine Art hat überlebt: *Homo sapiens* – der einsamste Hominide, der je existiert hat. □

Wissenschaftliche Beratung:
Dr. Oliver Sandrock, Geologisch-Paläontologische und Mineralogische Abteilung am Hessischen Landesmuseum in Darmstadt.



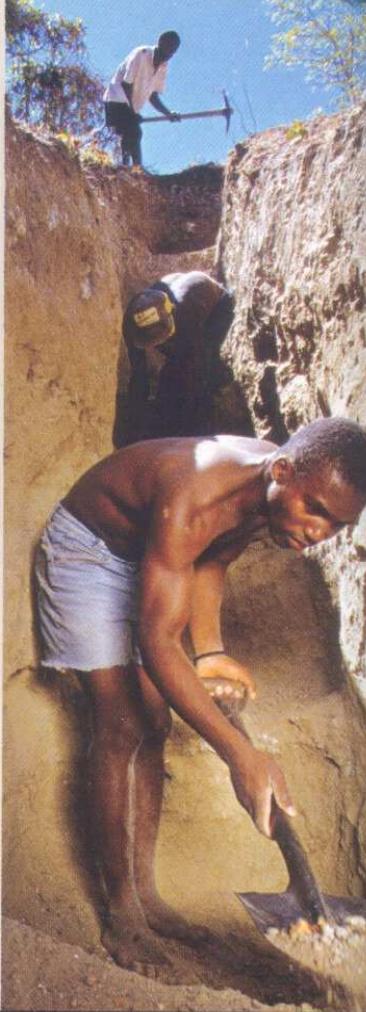
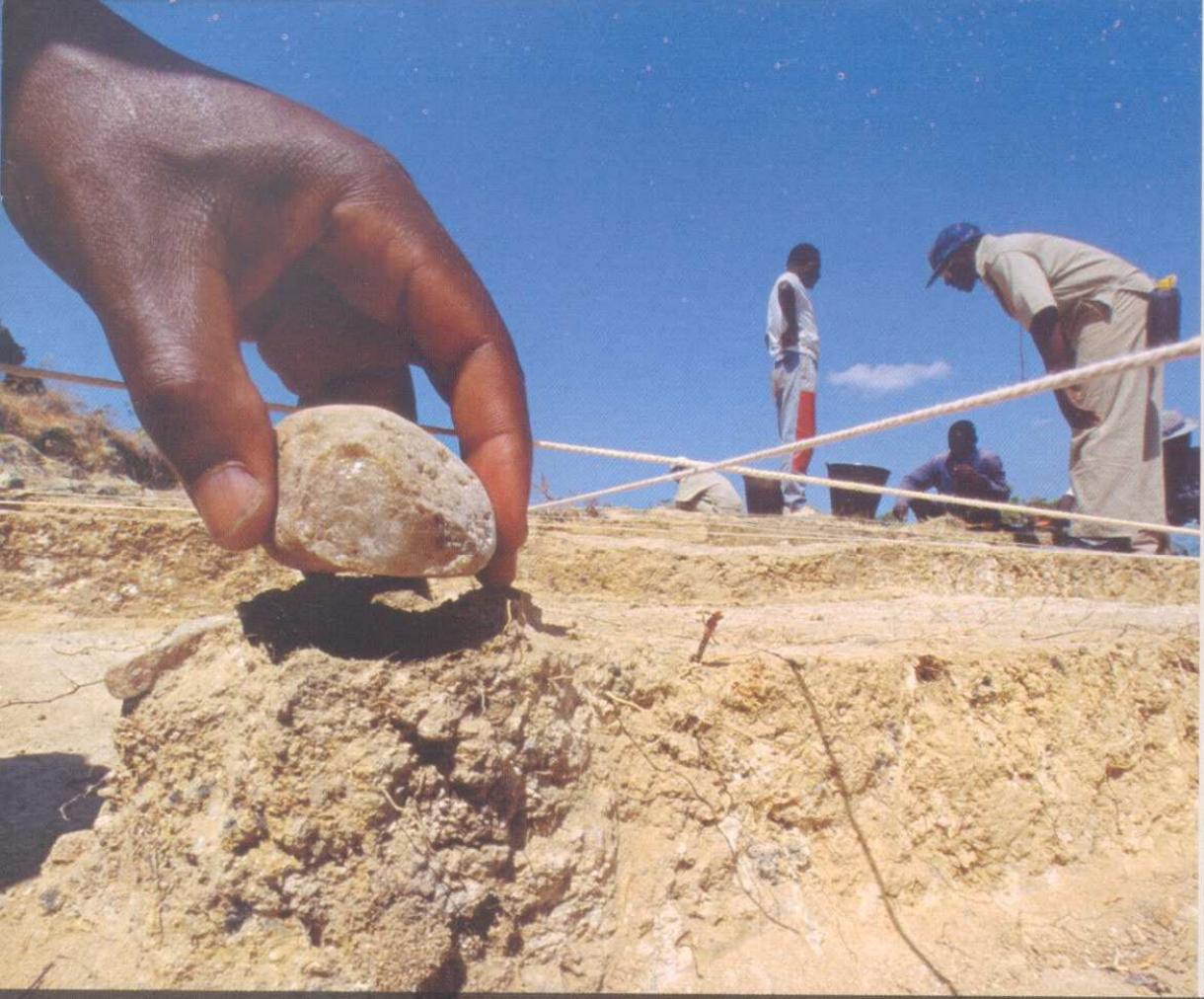
Die Fossilienjäger

Prüfend betrachtet der Frankfurter Wissenschaftler Friedemann Schrenk in Malawi ein Knochenfragment. Zuvor hat sein Team 1300 Tonnen Gestein abgetragen – mit Hacke und Schaufel



Text: Stephanie Müller

Sie durchforschen den Erdboden weltweit nach raren hominiden Relikten. Sie brauchen dafür viel Geld, logistisches und diplomatisches Talent. Doch gelingt ihnen nach vielen Strapazen und Enttäuschungen tatsächlich ein Jahrmillionen alter Fund, so bereichern sie die Menschheitsgeschichte häufig um ein neues Kapitel



Ein Stein markiert den Fundort in einer Ausgrabungsstätte im Norden Malawis. Nur bestimmte geologische Bedingungen eröffnen überhaupt Chancen bei der Fossiliensuche. Um herauszufinden, wo diese gegeben sind, studieren die Paläoanthropologen geologische Karten, analysieren Satellitenbilder und Luftaufnahmen. Und um eventuelle Entdeckungen besser dokumentieren zu können, teilen sie dann die so ermittelten Lokalitäten mit Seilen in Planquadrate ein

Fossiliensuche ist vor allem Handarbeit: Helfer ziehen Erkundegräben, die den Verlauf der Erdschichten offenbaren und zeigen Fossilienfunde zu erwarten sind

Den Kopf gesenkt, den Blick fest auf den trockenen Boden gerichtet, erforscht Bence Viola, 28, ein Doktorand am Anthropologischen Institut der Universität Wien, am 10. Februar 2005 das karge Land um Galili in der Afar-Senke Äthiopiens. Der gebürtige Ungar ist eines von insgesamt 30 Expeditionsmitgliedern, die seit mehreren Wochen unter der Leitung des Wiener Anthropologen Horst Seidler ein etwa 100 Quadratkilometer großes Gebiet oft Zentimeter um Zentimeter nach Relikten aus der Urzeit absuchen.

Wie jeden Tag sind die Fossilienjäger bereits seit sieben Uhr früh auf der Suche; noch haben sich keinerlei Hinweise auf Funde ergeben – und langsam wird es immer wärmer. Am frühen Nachmittag kann die Hitze hier auf mehr als 45 Grad Celsius ansteigen. Doch für **Paläoanthropologen** ist die Afar-Senke eine vielversprechende Region. Schon in den 1930er Jahren ist das

erste menschliche Fossil aus Äthiopien in dieser Gegend gefunden worden, und weltbekannt ist sie spätestens seit der Entdeckung der Vormenschendame „Lucy“ im Jahr 1974. Seit dem Frühjahr 2000 arbeitet das Team von Horst Seidler mehrere Monate im Jahr in der Afar-Region.

Dabei suchen die Forscher nicht nur nach **Ur-** oder **Vormenschen**fragmenten. Sie interessieren sich insbesondere für die Umwelt, in der unsere Vorfahren lebten. Daher kartieren sie gemeinsam mit Geologen vor allem jene Gebiete, in denen bereits viele Fossilien geborgen wurden. Das erleichtere zudem spätere Grabungen, erklärt Bence Viola. „Wir können mithilfe der Daten wesentlich gezielter suchen.“

Die Jagd nach Fossilien erfordert nicht nur körperliche Ausdauer, administratives Geschick, Geduld und Geld, sondern auch eine jahrelange Vorbereitung. Da ist zunächst die Frage zu klären, wo überhaupt Chancen bestehen, Fossilien

zu entdecken. Solche Orte können Paläoanthropologen in der Regel per Auschlussprinzip ermitteln, denn lediglich Sedimentgesteine enthalten die kostbaren Relikte, und das nur dort, wo die Knochen und Zähne verendeter Lebewesen schnell von Ablagerungsgestein bedeckt wurden und die Bedingungen für eine Versteinung ihrer Skelette gegeben sind (siehe Kasten Seite 56). Ehemalige Randgebiete von Seen und Flüssen eignen sich daher am besten für die Fossiliensuche.

Solche Voraussetzungen bietet beispielsweise das Ostafrikanische Grabensystem, das sich von Jordanien bis nach Mosambik erstreckt. Es handelt sich um ein großes absinkendes Becken, das durch das Auseinanderdriften der Arabischen Platte und der Afrikanischen Kontinentalplatte entstanden ist (siehe GEO kompakt Nr. 1). Dort haben sich vor mehreren Millionen Jahren Erdgeschichten abgelagert und dabei Fossilien eingeschlossen.

An einigen Stellen gelangen diese Sedimentschichten heute durch geologische Vorgänge wieder an die Oberfläche. Mit Hilfe von geologischen Karten, Satellitenaufnahmen und Luftbildern sind sie zu erkennen. So lässt sich eingrenzen, wo eine Suche erfolgreich sein könnte.

Auch die Tiefebene der Afar-Senke im Nordosten Äthiopiens gehört zum Ostafrikanischen Grabensystem. Hier liegen drei Erdkrustenplatten beieinander. Durch ihre Verschiebungen entstehen Verwerfungen, wobei beispielsweise Sedimentblöcke aus verschiedenen Erdzeitaltern der vergangenen 15 Millionen Jahre über die Erdoberfläche hinausgedrückt werden. So bilden sich Erhebungen wie etwa der Berg von Galili, aus denen in den zurückliegenden Jahrzehnten viele Fossilien herausgewittert sind.

Voruntersuchungen des Teams von Horst Seidler haben in den letzten Jah-

ren bereits eine reiche Fossilienausbeute erbracht: rund 800 Relikte von Elefanten, Schweinen, Giraffen, Pferden, Nashörnern und Antilopen – und sogar **Hominiden**-Reste: drei Weisheitszähne.

Ende 2004 erhielt Seidler vom Österreichischen Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur die Zusage für einen weiteren Zuschuss, und so trafen die ersten Expeditionsmitglieder bereits Ende Januar 2005 in Addis Abeba ein.

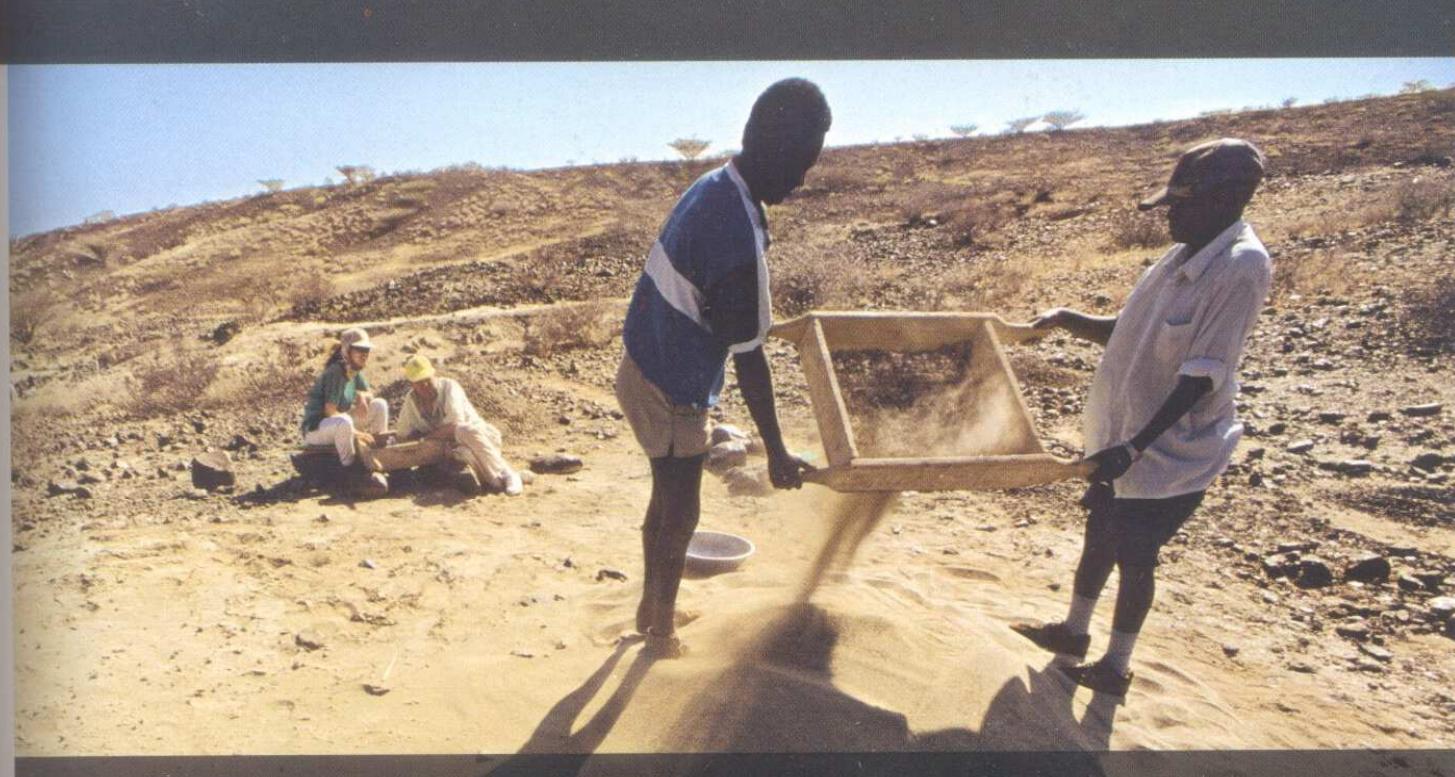
Wie bei solchen Expeditionen erforderlich, hatte Seidler zuvor eine Grabungsgenehmigung besorgt. Sie wird in der Regel von der zuständigen Denkmalbehörde oder den wissenschaftlichen Kollegen der Universität im Expeditionsland ausgestellt. Ohne dieses Papier und ohne lokalen Partner dürfen Forscher weder wissenschaftliche Geräte importieren

noch nach Abschluss der Arbeiten fragile Fossilien zur Untersuchung in ihr Heimatland ausführen. In einem Antrag müssen sie deshalb genau darlegen, was der jeweilige Zweck der Expedition ist, wie groß das Team sein wird und wie lange es beabsichtigt, im Land zu bleiben.

Nach Zahlung einer offiziellen Verwaltungsgebühr – etwa zehn Prozent der gesamten Forschungsgelder – für die Genehmigung und nach der Zuteilung von lokalem Personal durch das zuständige Ministerium vor Ort ging es für Seidlers Team von Addis Abeba aus in geländefähigen Fahrzeugen auf ins Grabungsgebiet.

Da sich die meisten Fundgebiete sowohl in Äthiopien als auch in anderen Regionen des Großen Grabenbruchs fernab jeglicher Zivilisation befinden, ist für die Wahl des Camp-Standortes große Sorgfalt erforderlich. Die Lage von Wasserquellen spielt dabei eine ebenso bedeutende Rolle

Statistisch wird nur alle fünf Jahre ein wichtiges fossilisiertes Relikt der Menschheitsgeschichte entdeckt. Hominidenforscher sind daher zahlreicher als Hominidenfunde



Wieder und wieder wird der Sand gesiebt, damit den Wissenschaftlern kein Knöchelchen, kein Zähnchen, kein noch so winziges Bruchstück eines fossilen Schädels entgeht. Nicht zuletzt dank solcher Feinarbeit fand das Team um Friedemann Schrenk in Malawi mehr als zwei Millionen Jahre alte Relikte von Antilopen, Giraffen – und von *Homo rudolfensis*

Konserviert durch Millionen Jahre

Unter welchen Voraussetzungen Relikte vorzeitlicher Lebewesen versteinern und so von deren Existenz in vergangenen Erdzeitaltern zeugen können

Fast alles, was Forscher über die menschlichen Vorfahren wissen, verdanken sie einem erstaunlichen und extrem seltenen Vorgang: der allmählichen Verwandlung von zerbrechlichen Knochen in meist steinharte Materie.

Normalerweise bleibt von einem hominiden Urahn nach dessen Tod nichts erhalten: Noch während Raubtiere und Aasfresser den Kadaver zerkleinern, wandeln Bakterien dessen komplexe Kohlenstoffverbindungen in einfache Gase und Flüssigkeiten um. Sie können selbst die überwiegend aus Mineralen aufgebauten Zähne oder Knochen auflösen.

Doch auch Bakterien benötigen für ihre Lebensprozesse bestimmte Umweltbedingungen. Ohne ein gewisses Maß an Feuchtigkeit und Wärme sind sie nicht in der Lage, optimal zu arbeiten: Schwieriger zu verwertende mineralische Strukturen werden dann von ihnen nicht mehr angegriffen. Daher können Knochen beispielsweise in einer wettergeschützten, kühlen und trockenen Höhle überdauern.

Auch Sauerstoffmangel verhindert eine schnelle bakterielle Zersetzung. Wird der Knochen etwa durch einen Regenschauer in ein Gewässer oder einen Erdspalt geschwemmt und von feinem Schlamm luftdicht bedeckt, hängt sein fossiles Schicksal kaum mehr von biologischen, sondern vor allem von physikalischen und chemischen Bedingungen ab. Das anfangs noch lockere Sediment wird im Laufe der Jahrtausende immer mehr verdichtet und erhärtet schließlich zu Gestein. Durch dessen feinste Poren und Spalten sickert Flüssigkeit – und auch durch den Knochen.

In den meisten Fällen wird dabei – abhängig von der chemischen Zusammensetzung dieses „Porenwassers“ – die Mineralstruktur des im Sediment liegenden Knochens vollständig aufgelöst.

Doch äußerst selten – Paläontologen schätzen: in einem von einer Million Fällen – kommt es statt zur Auflösung zu einer erstaunlichen Konservierung. Besteht die einsickernde Flüssigkeit beispielsweise aus Kieselsäure (diese bildet sich, wenn Wasser Silikat-Ionen aus quarzhaltigem Gestein löst), so kristallisiert diese in den ehemals etwa mit Knochenmark oder Blutgefäßen gefüllten Hohlräumen des Knochens. Während sich langsam immer mehr des auf diese Weise entstandenen Quarzes anreichert, bleibt die ursprüngliche mineralische Knochensubstanz, das Kalziumphosphat, erhalten: Der Knochen „kieselte ein“ und wird schwer und hart wie Stein.

Doch selbst jetzt kann er als Bestandteil der Gesteinschicht immer noch teilweise oder vollkommen zerstört werden. Zudem werden Knochen manchmal durch die auf sie wirkenden Kräfte verformt, zum Beispiel durch den Druck des Erdreiches, und sind daher nur noch schwer interpretierbar.

Deshalb lässt sich auch nicht definitiv klären, ob es im Stammbaum des Menschen nicht einige Linien weniger geben hat, als manche Forscher glauben. Einzelne Knochen, die sie unterschiedlichen Arten zugeordnet haben, waren vielleicht einfach nur unterschiedlichen Umwandlungsprozessen ausgesetzt.

Susanne C.



Diese fossilisierten Skelette lagen in einer Höhle im norditalienischen Ligurien. Ihr Alter wird auf 20 000 bis 30 000 Jahre geschätzt und sie sind vorzüglich erhalten. Überdies war der beigelegte Kopf aus Muscheln ein Indiz dafür, dass die Menschen zu jener Zeit bereits Bestattungsrituale kannten.

wie die Auswahl der Grabungshelfer. Lokale Arbeitskräfte werden von dem Wissenschaftlerteam angelernt, das in der Regel aus Paläoanthropologen, Geologen und Paläontologen sowie mehreren Doktoranden und Präparatoren besteht.

Ist der Platz bestimmt, entsteht innerhalb eines Tages aus Zelten oder aus lokalen Baumaterialien – etwa Holz, Bambus und Gras – das Grabungscamp. Dabei ist es wichtig, Räume für die Fossilienpräparation zu schaffen, in denen das geborgene Gut mithilfe von Essig, Zahnbürsten und Dentalwerkzeug gereinigt sowie studiert, vermessen, bestimmt und katalogisiert werden kann. Diese Vorpräparation ist nötig, um zu entscheiden, welche Fossilien wertvoll genug sind, um sie später im Labor nachzubearbeiten.

Die ersten Tage einer Grabung verbringen die Mitglieder eines Teams zumeist damit, die Oberfläche in Augenschein zu

nur an der Oberfläche. Stößt ein Teammitglied auf ein Fossil, unterbricht ein Teil des Suchtrupps die Arbeit, um bei der Bergung und Dokumentation des zerbrechlichen Urzeitrelikts zu helfen.

Millimeter für Millimeter „streichen“ die Forscher den Fund mit Pinseln aus dem Sediment. Sie fotografieren, registrieren und nummerieren ihn, ermitteln seine genaue Position via Satellit mit dem Global Positioning System (GPS). Je nach Zustand des Relikts wird es dann entweder in eine Tüte gepackt oder eingegipst, sodass es beim Transport nicht zerstört wird.

Gleichzeitig halten die Forscher alle Funddaten samt einer Bleistiftskizze im „Feldbuch“ fest. Horst Seidler und seine Kollegen speichern die Daten zusätzlich in einem Geographischen Informationssystem (GIS) ab. Jedes Fossil kann so mit allen Begleitdaten inklusive des Namens des Fossilfinders digital abgerufen und

mit anderen Fossildaten räumlich in Verbindung gebracht werden.

Auch Bence Viola, der ungarische Doktorand, ist seit dem 10. Februar 2005 im Datenspeicher verzeichnet. Denn jener Tag, der so langweilig begonnen hatte, endete mit einer großen Überraschung.

„Wir gingen ein kleines ausgetrocknetes Bachbett entlang, als ich unter einem Busch etwas sah, das klein und rund war“, berichtet Viola. „Ich hob es auf und wollte meinen Augen zuerst gar nicht trauen: Es war ein Femurkopf mit einem Stück vom Hals“ – ein Oberschenkelfragment.

Obwohl sich der Paläoanthropologe sofort „sehr sicher“ war, dass es sich bei seinem Fund um die Überreste eines Hominiden handelte, gruben er und seine Kollegen weiter: Aus 5000 in der Nähe gefundenen Knochenfragmenten

Forscher »streichen« ihren Fund regelrecht aus dem Gestein. Dann fotografieren und registrieren sie ihn und ermitteln die genaue Fundposition per GPS

nehmen. Sedimente, die Fossilien bergen, sind meist kalkhaltig und feinsandig. Sie heben sich in Farbe und Struktur von den umliegenden Gesteinsschichten ab. Datierungen der Vulkanasche und von Eruptivgesteinen wie Basalten und Ignimbriten (Schmelztuff) können in Äthiopien zudem einen Hinweis auf das Alter der Schichten geben.

Je nach Funddichte entscheidet der Teamleiter, ob sich eine Grabung lohnt. Eine gute Funddichte bedeutet etwa in Äthiopien rund 100 gut erhaltene tierische Relikte pro Quadratkilometer. In Malawi finden die Forscher auf der gleichen Fläche dagegen nur ein einziges Fossil. Überreste von Ur- oder Vormenschen sind noch viel seltener. Weltweit taucht im Durchschnitt etwa alle fünf Jahre ein bedeutendes hominides Fossil auf. Hominidenforscher sind daher zahlreicher als Hominidenfunde.

In Äthiopien suchen die Paläoanthropologen im Januar und Februar 2005 fast



Am Ort der Ausgrabung nehmen die Forscher Gesteinsproben, um das Alter der Fundschicht zu bestimmen. Die Probe wird herauspräpariert, in einen Glasbehälter gebettet und später im Labor untersucht

sortierten sie 25 heraus, die an den Oberschenkelkopf passten. „Das waren zum Teil nur drei bis vier Millimeter winzige Stückchen“, sagt Viola. Schließlich hatten sie mehr als die Hälfte des Schaftes wieder zusammengesetzt – und konnten ihn anhand von Größe und Form tatsächlich als Relikt eines Vormenschen identifizieren, der möglicherweise einer bislang unbekannten Art angehört hat.

Ein weiterer Fund half den Forschern bei der Datierung: der Unterkiefer eines Schweins, dessen Art vor etwa 3,75 Millionen Jahren ausgestorben ist. Dank der geologischen Datierung der umgebenden Schichten ergab sich: Der Oberschenkel ist rund vier Millionen Jahre alt.

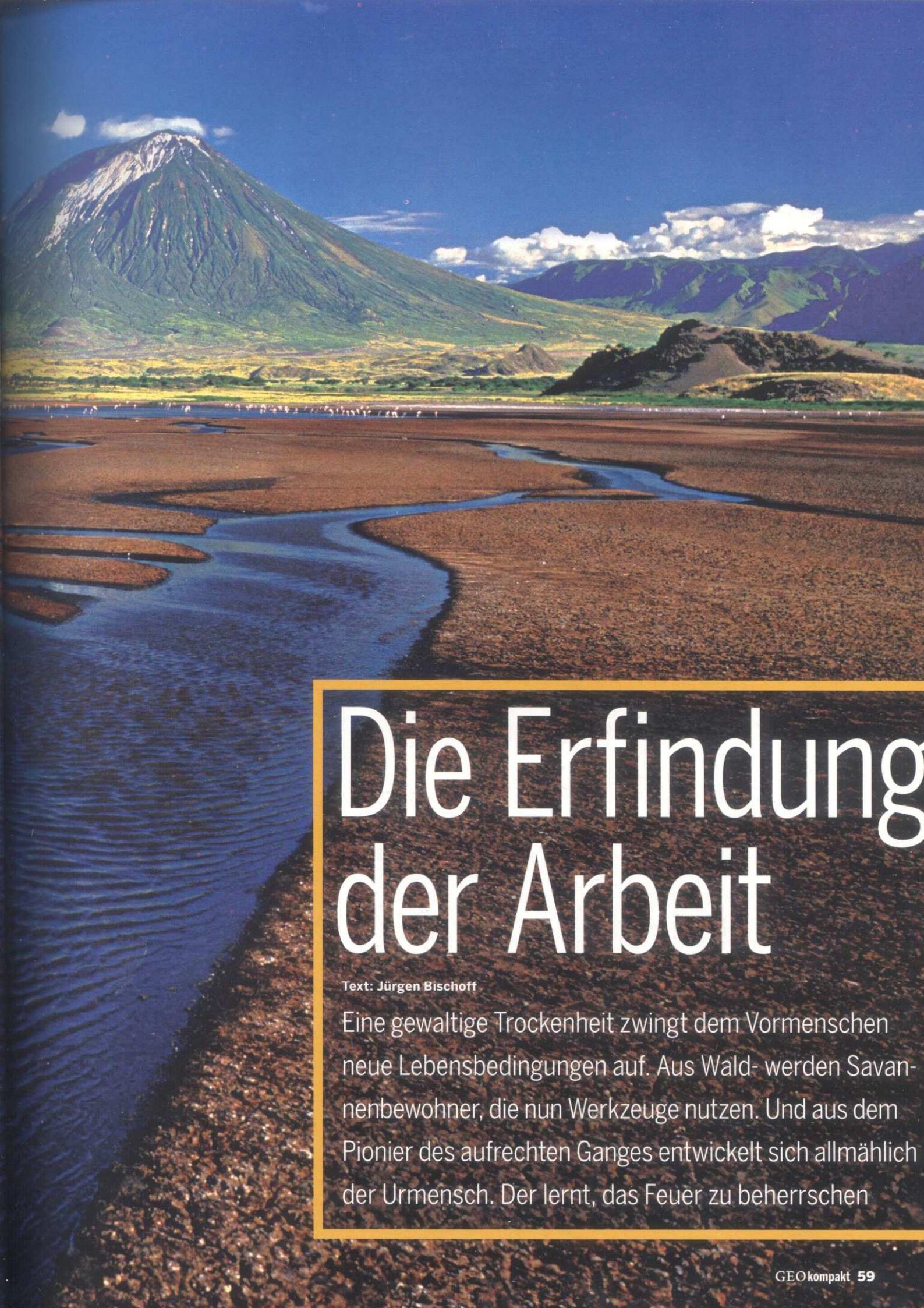
Um mehr über den wertvollen Knochen erfahren zu können, hofft Seidler nun darauf, ihn nach Wien überführen zu dürfen – zumindest für einige Wochen. □

Stephanie Müller, 32, arbeitet am Frankfurter Forschungsinstitut Senckenberg.



»Südaffe« in Not

Vor etwa drei Millionen Jahren beginnt sich die Welt des **Australopithecus afarensis** dramatisch zu wandeln: Es wird kühler auf dem Schwarzen Kontinent, und im Osten halten die Vulkan- und Gebirgsketten des Großen Grabenbruches die lebenspendenden Regenwolken auf. Wie hier im heutigen Tansania bilden sich Refugien, Rückzugsgebiete für Flora und Fauna. *A. afarensis* jedoch ist diesen Verhältnissen nicht gewachsen: Er verschwindet



Die Erfindung der Arbeit

Text: Jürgen Bischoff

Eine gewaltige Trockenheit zwingt dem Vormenschen neue Lebensbedingungen auf. Aus Wald- werden Savannenbewohner, die nun Werkzeuge nutzen. Und aus dem Pionier des aufrechten Ganges entwickelt sich allmählich der Urmensch. Der lernt, das Feuer zu beherrschen

Die lichten Waldgebiete Südafrikas bieten den Vormenschen Nahrung und Schutz





Im Notfall Wipfelstürmer

Wenn es für ihn auf dem Boden zu gefährlich wird, etwa weil ihn ein Raubtier bedroht, flüchtet der nur knapp 1,40 Meter große **Australopithecus africanus** vermutlich in Baumkronen; seine Anatomie ist noch dem Leben auf Bäumen angepasst. *A. africanus* bewohnt die lichten Waldgebiete Südafrikas und ernährt sich unter anderem von Fleisch. Schnell laufen kann er jedoch nicht, folglich ist er wohl oft selbst begehrte Beute

Der Große Grabenbruch zerreißt Afrika auf einer Länge von über 5000 Kilometern



Im Land der Nussknacker

In den Tälern des Großen Grabenbruches, zwischen dem heutigen Turkanasee im Norden Kenias und der Olduvai-Schlucht in Tansania, lebt **Paranthropus boisei**, der »Nussknacker-mensch«. Vermutlich begegnet er dort hin und wieder auch anderen Hominiden. Der tektonische Riss in Ostafrika, in dessen Senken sich zahlreiche Flüsse und Seen bilden, ist offenbar eine wichtige Wanderroute vieler Vor- und Urmenschenarten





In den Weiten der afrikanischen Savanne wird aus dem Vormenschen der Mensch





Der Erste seiner Gattung

Vor 2,5 Millionen Jahren beginnt mit dem **Homo rudolfensis** die Geschichte einer neuen Gattung: des Menschen. Seine Ahnen haben die Wälder verlassen, er selbst ist anatomisch bestens an ein Leben in der offenen Savanne angepasst. Dort entwickelt er auch die Fähigkeit, aus einer Idee einen Gegenstand werden zu lassen: Mit seinen Händen fertigt *H. rudolfensis* aus Steinen die ersten Werkzeuge der Menschheitsgeschichte

Ein Abend im Süden Afrikas, wahrscheinlich vor etwa 1,5 Millionen Jahren. Über der Savanne zieht die Dämmerung auf. Elefanten, Gazellen und Gnus wandern zu den Wasserlöchern; eine Säbelzahnkatze macht sich für die Jagd bereit. Nicht weit davon entfernt hat sich vor einer Höhle eine Gruppe aufrecht gehender Zweibeiner niedergelassen: Urmenschen.

Die Zweibeiner sind für Leoparden, Säbelzahnkatzen und Löwen in der Regel eine leichte Beute. Diesmal aber halten die Wildkatzen Abstand. Denn in der Mitte der Gruppe brennt ein Feuer. In der Glut schmoren Antilopenknochen, mit großen Fleischfetzen daran.

Solche frühen Vertreter der **Gattung** *Homo* sind vermutlich die Ersten, welche die Macht des Feuers kontrollieren.

Die Wissenschaft wird wohl nie erfahren, wie es den **Urmenschen** gelungen ist, die Flammen zu entfachen. Vielleicht hat einer von ihnen nach dem Durchzug eines Steppenbrandes einen glühenden Ast mit ins Lager gebracht; vielleicht auch hat bei der Herstellung von Steinklingen ein Funke angesammeltes Stroh entzündet.

Jedenfalls haben die Urmenschen mit ihrer Entdeckung einen gewaltigen Schritt getan – mehr noch: einen großen Sprung auf dem langen Weg vom Affen zum modernen *Homo sapiens*.

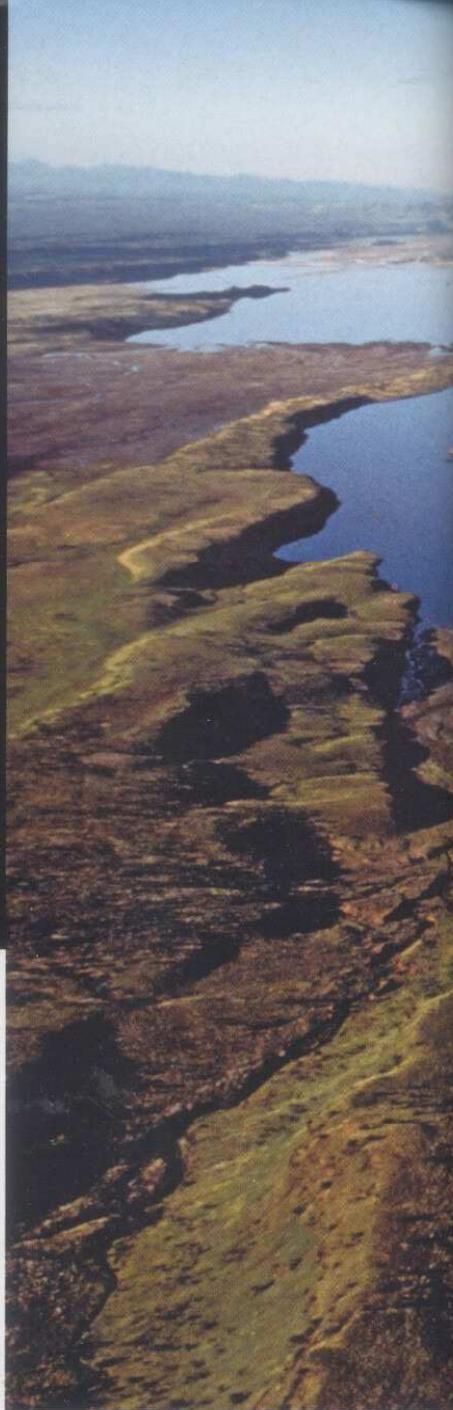
Im Jahre 1984 werden Reste der Mahlzeit, die verkohlten Antilopenknochen, aus der Swartkrans-Höhle in Südafrika wieder ans Licht geholt. Dass diese Knochen tatsächlich in einem Lagerfeuer gelegen hatten, ist vor kurzem durch die Untersuchung ihrer molekularen Veränderungen zweifelsfrei bewiesen worden: Ein normaler Grasbrand wäre demnach nicht heiß genug gewesen.

Um die Struktur und Chemie der Knochen in der vorgefundenen Weise zu beeinflussen, müssen diese Temperaturen von über 500 Grad Celsius ausgesetzt worden sein – eine Hitze, die in der Regel nur durch kontrollierte Brände, etwa ein Lagerfeuer, erreicht wird.



Ein schmächtiger Vorfahr

Der Magadi-See liegt im Großen Grabenbruch, etwa auf halbem Weg zwischen der Olduvai-Schlucht in Tansania und dem nordkenianischen Turkana-See. An beiden Orten sind Fossilien des ***Homo habilis*** gefunden worden, der diese Region bis vor etwa 1,6 Millionen Jahren bewohnt hat. Der zierliche Urmenschentyp – er wog nur rund 40 Kilogramm und wurde bis zu 1,45 Meter groß – gilt neben *Homo rudolfensis* als möglicher Ahnherr des anatomisch modernen Menschen



Der Grillplatz von Swartkrans wäre demnach die älteste nachgewiesene Feuerstelle der Menschheitsgeschichte.

Was aber waren das für Menschen, die sich schon vor anderthalb Millionen Jahren Antilopenfleisch grillten? Ihre Geschichte beginnt noch einmal 1,5 Millionen Jahre zuvor in den grünen Busch- und Waldgebieten Südafrikas.

Dort leben vor rund drei Millionen Jahren, in Verbänden von vielleicht 20 oder 25 Mitgliedern, **Vormenschen** vom Typ *Australopithecus africanus*. Wahrscheinlich haben sie das Erbe von *Australopithecus afarensis* angetreten (siehe Seite 46) – obwohl zwischen dem bisher südlichsten Fundort von Afarensis-Fossilien, dem tansanischen Laetoli, und der nördlichsten Fundstelle von *Africanus*-Knochen in Südafrika eine geographische Lücke von gut 2400 Kilometern klappt. Auffällig aber ist, dass genau in jenem Zeitraum, in dem *A. afarensis* langsam aus der Geschichte der Menschheit verschwindet, *A. africanus* auftaucht.

Er ist klein, nur knapp 1,40 Meter groß, und behaart (siehe Seite 114). Sein Schädel

mit den wulstigen Augenbrauen, der flachen Nase und einer stark vorspringenden Schnauze fasst rund 500 Kubikzentimeter Gehirnmasse, etwa ein Drittel des menschlichen Hirns. Die Arme sind wie bei Affen im Verhältnis zum Körper zu lang – ein Indiz dafür, dass *A. africanus* einen Teil des Tages (und wohl auch die Nacht) noch auf Bäumen zubringt.

Auch die Anatomie seiner Hände ist die von Baumbewohnern – die zur Herstellung von Werkzeugen nötige Feinmotorik ist noch nicht ausgebildet: Es fehlen ihm die Nerven, die für eine fein dosierte Steuerung der oberen Gliedmaßen, der Arme

Aus dem einst waldreichen Afrika wird ein Kontinent der Lebensinseln



und Finger, nötig wären. Zudem lässt der Körperbau des *Australopithecus africanus* ein schnelles Laufen nicht zu; um Verfolgern zu entkommen, bleibt ihm nur der Weg in die Baumkronen.

Die aber werden immer rarer.

Zu jener Zeit nämlich vollzieht sich auf der Erde – wie schon einige Millionen Jahre zuvor – erneut ein Klimawandel (siehe Seite 38). Und wieder hat das dramatische Konsequenzen für Fauna und Flora: Kontinuierlich sinken die Temperaturen, Folge einer Veränderung des Neigungswinkels der Erdachse zur Sonne. In Afrika wird es aber nicht nur kühler, es wird auch trockener. Ursache dafür sind wiederum tektonische Bewegungen.

Denn rund 20 bis 30 Millionen Jahre zuvor haben die afrikanische und die

arabische Erdplatte begonnen, auseinanderzudriften (siehe GEOkompakt Nr. 1). Dadurch hat sich im Osten Afrikas ein über 5000 Kilometer langer Riss in Nord-Süd-Richtung gebildet: das Great Rift Valley, der Große Grabenbruch. Entlang des Rifts türmen sich Gebirge auf und brodeln Vulkane, während sich der Erdkörper dazwischen bis zu 395 Meter unter Meereshöhe absenkt.

Die Gebirge halten jetzt die Wolken zurück, die aus dem Westen über den Kontinent ziehen. Wo sie sich abregnen, entstehen in den Tälern Flüsse und Seen mit grünen Galeriewäldern – nahrungsreiche Refugien für die Lebewesen.

Östlich und südlich des Grabenbruches aber dehnen sich bald Baumsavannen und trockene, baumlose Steppen. Und in Süd-

Afrika, wo vordem dichter, feuchtwärmer Wald das Land überzogen hat, wachsen nun – vermutlich früher noch als in Ostafrika – lichtere Wälder.

So wird aus Afrika ein Kontinent der Lebensinseln, die durch weite Trockengebiete voneinander getrennt sind. Und in der Isolation dieser Refugien probiert die Natur ein ums andere Mal aus, welche genetischen **Variationen** sich unter den neuen Bedingungen auch in Savannen und Steppen als durchsetzungsfähig erweisen.

Unter dem Druck der Verhältnisse verändern sich auch die Affenmenschen: Sie entwickeln sich in zwei grundverschiedene Richtungen – von denen die eine zum Erfolgsmodell der Evolution schlechthin führen wird.

Anatomisch und gemessen an der Größe seines Gehirns ist *Australopithecus africanus* noch mehr Affe als Mensch, trotz seines aufrechten Gangs. Anders als Affen jedoch ernährt er sich nicht mehr ausschließlich vegetarisch, etwa von Blättern, Gräsern, Nüssen oder Wurzeln.

Aus dem Zahnschmelz von fossilisierten Zähnen lässt sich heute ablesen, dass gelegentlich auch Fleisch auf seinem Speiseplan steht: Reste von Tieren, die Leoparden, Hyänen oder Säbelzahnkatzen gerissen, aber nicht aufgefressen haben.

Denn um selbst Jäger zu sein, fehlt den **Australopithecinen** jede Voraussetzung: Rennen können sie nicht, und ihr Gebiss ist zwar kräftig, aber es ist nicht das eines Raubtieres. Stattdessen gehören sie selbst zu den Gejagten.

Vor etwa 2,5 Millionen Jahren erreicht die trockene Kaltperiode in Afrika ihren Höhepunkt. Dichte Wälder sind im Süden und Osten jetzt fast völlig verschwunden, Samen und Blätter sind härter und zäher geworden, um wasserarme Zeiten besser überstehen zu können. Zwei *Australopithecus*-Arten stellen sich darauf ein: Sie entwickeln sich zu robusteren Typen mit einem größeren Gebiss, einer stärkeren Kaumuskulatur und mit Zähnen, die auch die härtesten Nüsse knacken.

Damit haben sie sich offenbar bestens in der neuen Umwelt eingerichtet. Und genau das wird sich im Verlauf der Evo-

lution als ihr Nachteil erweisen: Diesen „Nussknackermenschen“ (wissenschaftliche Namen: *Paranthropus boisei* und *Paranthropus robustus*) fehlt jede Notwendigkeit zur Weiterentwicklung, ihr Gehirn wird nur unwesentlich größer als das des *A. africanus*. Vor etwa 1,1 Millionen Jahren sterben diese Vormenschen-Arten aus.

Eine andere Gruppe von Australopithecinen dagegen, so nimmt heute die Mehrheit der Paläoanthropologen an, konzentriert sich mit Verschwinden der vegetationsreichen Habitate stärker auf fleischliche Nahrung. Immer häufiger verlassen sie die schützenden Galeriewälder und ziehen hinaus in die Savanne, beständig auf der Suche nach gerissenem Wild. Immer länger dauern diese Reisen, und bald gewöhnen sich die Zweibeiner an ein dauerhaftes Leben am Boden.

Das Dasein als allesfressender Savannenbewohner aber stellt höhere Anforderungen als ein vorwiegend vegetarisches

Leben am Waldesrand – körperlich und geistig. In der Folge vergrößert sich das Gehirn, verändern sich Muskulatur und Knochenbau.

Größere Hirne und kräftigere Muskeln wiederum brauchen eiweißreichere Kost: also noch mehr Fleisch. So setzt ein Kreislauf ein, der diese Vormenschen immer weiter von ihren Wurzeln entfernt.

Und der sie befähigt, auch geistig gleichsam in neue Welten vorzustoßen.

Zwar haben Australopithecinen offenbar schon vor langer Zeit gelernt, Werkzeuge zu benutzen, um Probleme zu lösen. Mit Geröllsteinen haben sie vermutlich Kadaverknochen zerschlagen, um an das Mark zu gelangen; und mit Knochensplittern haben sie Termitenbauten aufgegraben, um leichter an die proteinhaltigen Insekten zu gelangen.

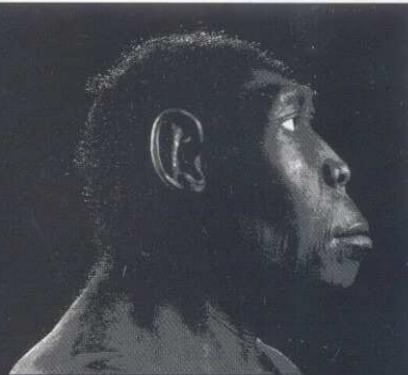
Die neuen Savannen-Bewohner aber können mehr: Sie beginnen, scharfe Splitter von Steinen abzuschlagen, um damit das Fleisch erbeuteter Kadaver von den Knochen zu lösen. Sie lernen also, sich

nach einer Idee selbst Werkzeug herzustellen. Die Entwicklung von kulturellem Verhalten, sich einen Plan zu machen und ihn in die Tat umzusetzen: Das ist es, was diese Lebewesen von allen anderen auf der Erde unterscheidet. Es ist auch der Beginn von planvoller Arbeit.

So hat eine neue Gattung auf der gewaltigen Bühne, auf der die Geschichte der Menschheit spielt, ihren großen Auftritt: **Homo**, der Mensch.

Als ältester Vertreter der neuen Spezies gilt *Homo rudolfensis*, der „Mensch vom Rudolfsee“. Vor etwa 2,5 Millionen Jahren lebt er im nördlichen Teil des großen Grabenbruches am Turkanasee (bis 1975 trug dieser den Namen Rudolfsee), der zu jener Zeit von offenem Waldland, Uferwäldern und grüner Savanne umgeben ist.

Bereits dieser erste Urmensch hat nur noch wenig Ähnlichkeit mit seinen Vorgängern. Er wird fast 20 Zentimeter größer, hat eine steilere Stirn und sehr



Herr des Feuers

Durch Ebenen, so fruchtbar wie das Ngorongoro-Gebiet am Rand der Serengeti, ziehen vor rund 1,8 Millionen Jahren kleine Gruppen von **Homo ergaster**, der frühen afrikanischen Form des *Homo erectus*. Bald schon verbreitet sich diese Urmenschen-Art über den Schwarzen Kontinent. Sie lernt, das Feuer zu nutzen, und entwickelt vor etwa 1,4 Millionen Jahren das dann am meisten verwendete Werkzeug aller Zeiten: den Faustkeil.



Homo ergaster lebt bereits in Clans mit einer komplexen Sozialstruktur

viel geringer ausgeprägte Wülste über den Augen.

Obwohl sich auch *H. rudolfensis* noch mehr von Pflanzen als von Fleisch ernährt, sind seine Backenzähne kleiner als die der robusten Affenmenschen – was den Wissenschaftlern als augenfälligster Beleg dafür gilt, dass er für das Zerkleinern seiner Nahrung bereits primitive Steinwerkzeuge einsetzt.

Vor allem aber ist sein Gehirn erheblich größer: Es wächst auf ein Volumen von 600 bis 800 Kubikzentimetern an. So ist anzunehmen, dass hier eine Wechselwirkung mit der Ausbildung seiner handwerklichen Fähigkeiten eingesetzt hat: Je komplexer die Probleme sind, welche *Homo rudolfensis* mit seiner neuen Technik löst, umso weiter entwickelt sich sein Gehirn – was ihm wiederum die Möglichkeit gibt, nach vorher unbekannten Lösungswegen zu suchen.

Vermutlich ähnelt auch das Skelett von *Homo rudolfensis* schon sehr viel mehr dem eines Menschen als dem eines Affen. Ganz sicher, das belegen Fossilienfunde, sind seine unteren Extremitäten mit denen des modernen Menschen zu vergleichen: Die Beine sind an ein dauerhaftes Leben am Boden angepasst, die Füße sind nicht mehr die von Baumbewohnern, deren großer Zeh ja noch zum Greifen geeignet ist. Stattdessen ermöglichen sie nun die schnelle Fortbewegung ebenso wie die Bewältigung weiter Strecken.

Es ist deshalb gut vorstellbar, dass auch die Hände der ersten Urmenschen schon denen des späteren *Homo sapiens* ähneln: Sie werden zum Klettern nun nicht mehr benötigt, und außerdem muss die Fingerfertigkeit zur Herstellung und Verwendung der Steinklingen erheblich weiter entwickelt sein als noch bei den Australopithecinen.

Vermutlich begegnen die Urmenschen vom Rudolfsee auf ihren Wanderungen auch den Vertretern einer weiteren Spezies, deren Ursprünge zwar im Dunkeln liegen, die von den meisten Paläoanthropologen aber ebenfalls der Gattung *Homo* zugerechnet wird: dem zierlichen *Homo habilis*, dem „befähigten

Menschen“. Gruppen von *H. habilis* bevölkern viele Habitate zwischen Südafrikas Savannen und dem Unterlauf des Omo an der Grenze zwischen Äthiopien und Kenia.

Die Anatomie von *H. habilis* ist zwar noch eher die von Affenmenschen – aber erstaunlicherweise ist auch er in der Lage, primitive Werkzeuge herzustellen. Was heute, fast zwei Millionen Jahre später, die Paläoanthropologie in ein Dilemma bringt: Beide, *Homo rudolfensis* wie *Homo habilis*, kommen damit als Vorfahren für die nächste Art unter den Urmenschen in Betracht, die vor etwa 1,8 Millionen Jahren in den Savannen auftaucht.

Homo ergaster, der „Handwerker“

Dieser ist gut 1,80 Meter groß, schlank und – von der Form seines Schädels abgesehen – vom modernen Menschen anatomisch kaum noch zu unterscheiden. Sein Gehirnvolumen ist bereits auf 900 Kubikzentimeter angewachsen, und vermutlich ist *H. ergaster* auch nur noch spärlich behaart.

Denn eine lange Körperbehaarung ist für ein Wesen, das sich in offenem Gelände schnell bewegen muss, von Nachteil: Sie heizt den Körper zu sehr auf, verhindert die Wärmeabstrahlung und verängt sich leicht in Dornbüschchen oder Gestrüpp.

Homo ergaster – häufig auch als früher afrikanischer *Homo erectus* bezeichnet (siehe Seite 86) – jedenfalls ist ein Wanderer. Er zieht im Clan-Verband durch Savanne und Grasland, überwindet mit geringem Energieverbrauch große Distanzen und dringt dabei in Gegenden vor, die seinen Vorfahren noch gänzlich unbekannt waren. *H. ergaster* wird auch der Erste sein, der nachweislich die afrikanische Heimat verlässt und sich Richtung Asien auf den Weg macht.

Und an allen Orten, an denen er siedelt, hinterlässt er Beispiele seiner handwerklichen Fähigkeiten. Denn *Homo ergaster* ist der Erfinder jenes Werkzeuges, das wie kein anderes zum Symbol der frühen Steinzeit geworden ist: des Faustkeils.

Mit den gezielt behauenen, meist spitzen, handlichen Steinen lassen sich nun weitaus komplexere Arbeiten verrichten

als noch mit den simplen Geröllwerkzeugen. Mit Faustkeilen kann *H. ergaster* den harten Boden lockern und Löcher graben; und er ist damit in der Lage, Holz genauso gut zu bearbeiten wie Knochen. Außerdem dienen ihm die Keile zur Verteidigung gegen angreifende Raubtiere – und sie sind auch geeignet, Beutetiere zu töten.

Denn möglicherweise kennt er bereits die einfachste Form der Jagd: Die Verfolgung verletzter Tiere über weite Strecken, bis sie erschöpft zusammenbrechen.

Eine wichtige Voraussetzung für kulturelles Verhalten dieser Art aber sind Clans mit festen sozialen Bindungen: Die organisierte Beschaffung von Nahrung setzt die Fähigkeit zur Kooperation und zu gegenseitiger Hilfe ebenso voraus wie eine zumindest rudimentäre Arbeitsteilung in der Gruppe.

Da die Gruppen von *Homo ergaster* die Nächte nicht mehr auf Bäumen zu bringen, erfordert schon die Auswahl eines geeigneten Lagerplatzes gemeinschaftliches Denken und Handeln. Vielleicht suchen sie sich Höhlen – in der Hoffnung, dass dort nicht bereits eine Löwenfamilie wohnt.

Vielleicht aber auch bilden sie bei einbrechender Dunkelheit aus den allerorten wachsenden Dornbüschchen einen Ring, in dem sie sicher die Nacht verbringen können: eine Technik, die afrikanische Hirtenstämme noch heute anwenden, um ihre Herden vor Raubtieren zu schützen.

Und noch etwas spricht dafür, dass die *Homo-ergaster*-Urmenschen bereits in Clans mit einer komplexeren Sozialstruktur leben: ihre Fähigkeit zur Beherrschung einer uralten Naturgewalt – des Feuers. Um aber das Feuer zu kontrollieren, müssen sie sich aufeinander verlassen können und, auf welche Art auch immer, miteinander kommunizieren.

Wie wohl auch an jenem Tag, als sie vor der Höhle von Swartkrans das Antilopenfleisch grillen – anderthalb Millionen Jahre vor unserer Zeit. □

Jürgen Bischoff, 51, schreibt seit der ersten Ausgabe für GEOkompakt. Wissenschaftliche Beratung: **Dr. Oliver Sandrock**, Geologisch-Paläontologisch & Mineralogische Abteilung des Hessischen Landesmuseums Darmstadt.

Im Staub von Jahrmillionen

1959 entdecken Mary und Louis Leakey in Tansania Knochen, von denen sie glauben, sie stammen vom Urahn des Menschen. Ein Irrtum – dennoch sind die beiden britischstämmigen Forscher auf der richtigen Spur

Text: Jörn Auf dem Kampe

Auch an diesem Morgen lässt sie ihren Blick immer wieder über den Boden schweifen. Seit Stunden schon kriecht Mary Leakey über den Hang der Olduvai-Schlucht in Tansania. Bald wird es Zeit sein, vor der Mittagssonne Schutz zu suchen. Aber sie gibt noch nicht auf, prüft weiter jede Krume – und bemerkt plötzlich etwas Glänzendes. Aus der braunen Erde ragt das Bruchstück eines Schädelns empor, freigelegt von Wind und Regen. Daneben zwei Zähne. Vorsichtig wischt sie den Staub ab und erkennt: Die Zähne wirken menschenartig. Eilig markiert sie die Stelle mit einem Steinhaufen und rast zurück zum Camp, um ihren Mann Louis zu holen, den Leiter der Ausgrabung. Es ist der 17. Juli 1959.

Doch der Fund erweist sich kurz darauf als Enttäuschung. Die Zähne sind zwar menschenähnlich, aber ungemein groß. Und als die Forscher den zerstückten Schädel zusammensetzen, ist klar: Er bietet nur Platz für ein kümmerliches Gehirn. Den Scheitel krönt zudem ein Knochenkamm, der einst vermutlich gigantischen Kaumuskeln als Halt gedient hat – wie bei einem Gorilla.

Louis Leakey glaubt, dass es sich bei dem Fossil um einen Australopithecinen, einen Vertreter der „Südaffen“, handelt – ein Lebewesen, dessen Überreste Forscher bereits in Afrika gefunden haben, wenn auch nicht in einem solch guten Zustand und noch nie so weit nördlich (siehe Seite 46). Leakey aber sucht nach den ersten Vertretern der Gattung Mensch und nicht nach plumpen Affen. Während manche Wissenschaftler einzelne Australopithecinen durchaus zu unseren Vorfahren zählen, lässt Leakey diese Theorie nicht gelten.

Vielleicht ist es falscher Ehrgeiz, vielleicht treibt ihn der Wunsch nach Anerkennung – schon am nächsten Tag setzt sich Leakey über sein anfängliches Urteil hinweg und erklärt: Da die Trümmer aus einer Schicht stammten, in der sein Team auch Werkzeuge aus Stein gefunden habe,

müsste die Kreatur der Urheber dieser Werkzeuge sein. Eine solche Herstellung könne aber nur menschlichen Wesen zugeschrieben werden.

Leakey verkündet, man habe es mit einem wenn auch primitiven – Werkzeugmacher und Urahn der Menschheit zu tun. Er erfindet kurzerhand eine neue Gattung und nennt seinen Fund *Zinjanthropus boisei*, nach Charles Boise, einem Finanzier der Grabungen. „Zinj“ ist das arabische Wort für Ostafrika; das griechische „anthropos“ bedeutet Mensch.

Es ist ein grandioser Fehlgriff, doch der „ostafrikanische Mensch“ macht die Leakeys weltberühmt.

Sein rund 30 Jahren führt Louis Seymour Bazett Leakey bereits Expeditionen durch Ostafrika, vorwiegend zum Olduvai westlich des Ngorongoro Kraters. An den Ufern dieses Flusses steigen 90 Meter hohe, steile Wände auf. Wie besessen sucht Leakey in der zerfurchten Landschaft nach Fossilien.

Der Forscher, 1903 als Kind britischer Missionare in Kenia geboren, ist bei den Kikuyu aufgewachsen, die seine Eltern zum Christentum bekehren sollten. Louis erlernte die Stammessprache und vermochte schon bald die Spuren von Hyänen, Ameisenbär und Schakal zu lesen. Mit 16 ging er nach England aufs College, studierte spätere Anthropologie und Archäologie in Cambridge.

Leakey ist überzeugt von Charles Darwins Theorie, dass der Ursprung des Menschen in Afrika liege – und will es beweisen. Als er 1926 von England aus zu einer ersten Forschungsreise nach Ostafrika aufbricht, glauben die meisten Wissenschaftler noch, die Menschheit habe in Asien ihren Anfang genommen. Denn dort sind über 30 Jahre zuvor unter anderem die Relikte eines *Homo erectus* gefunden worden (siehe Seite 86).

In der Olduvai-Schlucht hat ein deutscher Vulkanologe bereits 1913 menschliche Überreste und andere Fossilien entdeckt. Leakey macht sich 1931 dorthin auf. Vier Jahre später wird er erstmals von



Auffällig große Zähne, vermutlich gigantische Kaumuskeln – doch ein Schädel, der nur einem kümmerlich kleinen Hirn Platz bietet: 1959 entdeckt Mary Leakey Knochen des *Zinjanthropus boisei*, des »ostafrikanischen Menschen«. Die Wissenschaftler halten ihn zunächst für einen Urahn des *Homo sapiens*. Doch bald darauf findet Louis Leakey Überreste von Wesen, die deutlich menschenähnlicher sind

Mary (1913–1996) und Louis Leakey (1903–1972) sind Jahrzehntelang auf der Suche nach dem Ursprung der Menschheit und begründen eine Anthropologen-Dynastie



seiner zukünftigen Frau Mary begleitet, die er bei einem Besuch in London kennen gelernt hat. Sie hat am College Kurse in Geologie und Archäologie besucht, an Grabungen teilgenommen und steinzeitliche Artefakte gezeichnet.

Mary ist Autodidaktin, arbeitet methodisch, akribisch und in aller Ruhe – ganz anders als der oft impulsive Louis. In der Schlucht bestimmen beide mehr nach Gefühl als mit System, welche Stellen an den Wänden sie erforschen wollen. Haben sie sich für eine entschieden, bürsten sie zunächst mit Pinseln Staub von Steinen und Fossilien an der Oberfläche, tragen dann Schicht um Schicht ab, graben größere Funde behutsam aus und schaufeln Erde auf Siebe, um winzige Splitter zu finden.

Später helfen ihre drei gemeinsamen Söhne mit. Obwohl oft von Geldnöten geplagt, schafft es der Clan dennoch, immer wieder mehrwöchige Expeditionen zu organisieren – finanziert unter anderem durch das Gehalt, das Leakey als Kurator an einem Museum in Nairobi verdient, und von Sponsoren.

Sie stoßen auf versteinerte Überreste von Säbelzahnkatzen, von büffelähnlichen Tieren mit zwei Meter langen Hörnern sowie von Schweinen, so groß wie Flusspferde. Und sie finden jede Menge Steine, von denen Splitter abgeschlagen worden sind, um primitive Messer oder Schaber anzufertigen. Niemand weiß, wer deren Hersteller gewesen sein könnten – bis die Leakeys schließlich den Zinjanthropus bergen.

Die meisten Wissenschaftler freilich halten die Überreste für einen Australopithecus. Die Leakeys stört das kaum. Sie fühlen sich bestätigt, als Geologen das Alter der Schicht, aus welcher der Schädel stammt, mit der Kalium-Argon-Methode (siehe Seite 76) auf rund 1,8 Millionen Jahre bestimmen. Für Leakey ein Beweis, dass der Zinjanthropus genauso alt ist – und dass genug Zeit blieb, damit aus dem ungeschlachten Wesen im Laufe der Evolution ein Mensch werden konnte.

In der Nähe seines Fundorts stoßen die Forscher aber schon bald auf weitere Trümmer von Unterkiefern, Schädeln und Gliedern. Louis Leakey lässt die Fragmente diesmal an Spezialisten senden. Deren Urteil: Es handelt sich um die Reste dreier menschlicher Kreaturen, die graziler als der Zinjanthropus gewesen sein müssen.

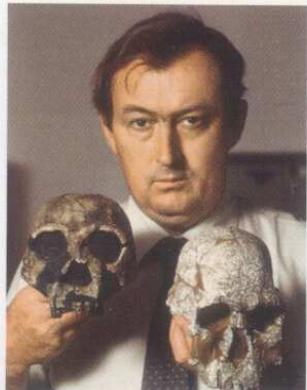
Anhand der Schädelfragmente errechnen die Anatomieexperten ein deutlich größeres Gehirnvolumen als beim Zinjanthropus – ausreichend, um die Wesen der Gattung *Homo* zuzuordnen. Die Überbleibsel stammen aus der gleichen Schicht wie der Zinjanthropus – und wie die Steinwerkzeuge. Für Leakey steht fest: Jetzt ist er auf die tatsächlichen Hersteller dieser Artefakte gestoßen.

Am 4. April 1964 präsentiert er die Funde gemeinsam mit zweien seiner „Knochengutachter“: als neue Art *Homo habilis*, als „geschickten“ Menschen. Für Leakey ist dies nun der Urahn der Menschheit – eine Theorie, die bis heute Anhänger findet.

Erst jetzt gibt er zu, dass sein klobiger Zinjanthropus wohl doch ein *Australopithecus* war, der zwar neben *Homo habilis* gelebt haben muss, aber sicherlich nicht die Werkzeuge hergestellt hat. (Um die Verwirrung auf die Spitze zu treiben, nennen die Forscher ihn jetzt *Paranthropus boisei*; siehe Seite 15 und 112.) Leakeys Popularität leidet darunter nicht. Als Star der Anthropologie reist er für Vorträge um die Welt, schreibt Bücher und sammelt Geld, während seine Frau in der Schlucht weitergräbt.

Auch nach seinem Tod 1972 setzt der Clan die Arbeit fort. Das Team Mary Leakeys entdeckt unter anderem etwa 3,6 Millionen Jahre alte, versteinerte Fußabdrücke aufrecht gehender Wesen (siehe Seite 48), ihr Sohn Richard ein Skelett von *Homo erectus*. Als Mary 1996 mit 83 Jahren stirbt, hinterlässt sie einen besonderen Wunsch: Ihre Leiche soll verbrannt und die Asche in den Olduvai-Fluss gestreut werden. □

Jörn Auf dem Kampe, 32, ist Redakteur bei GEO kompakt.



Richard Leakey, der Sohn des weltbekannten Forscherpaars, entdeckt 1984 in Kenia erstmals ein fast vollständiges Skelett des *Homo erectus*, eines direkten Vorfahren des heutigen Menschen (siehe Seite 86)



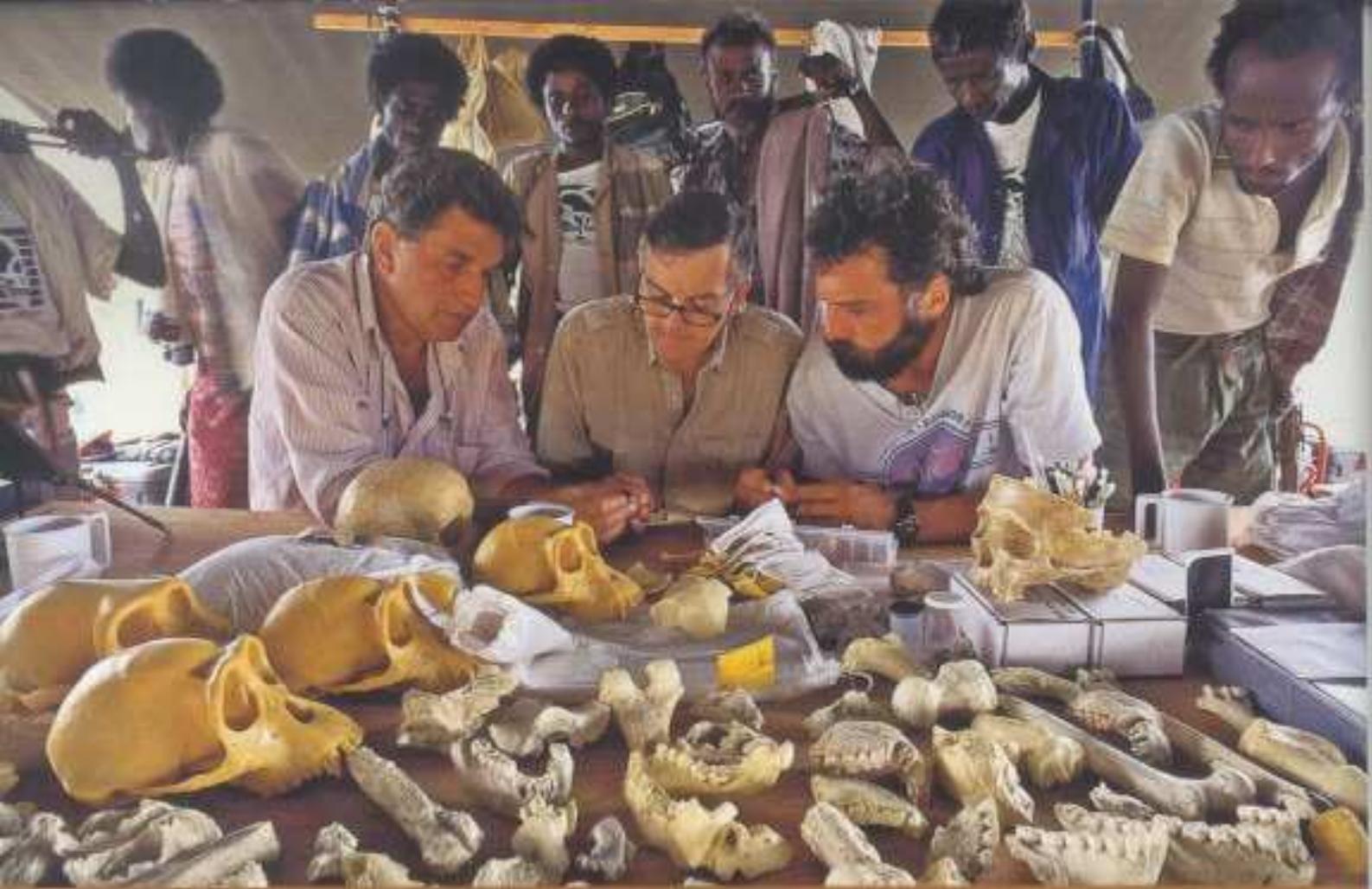
In den 1930er Jahren wurden in der Qafzeh-Höhle bei Nazareth Skelettteile entdeckt – darunter Schädel mit fast vollständig moderner Anatomie. Sie als Überreste von erwachsenen Menschen und Kindern zu identifizieren, war kein großes Problem. Doch erst in den 1990er Jahren konnten die Experten die Knochen dank neuer Analysemethoden relativ genau datieren: Sie sind zwischen 90 000 und 100 000 Jahre alt.

DAMIT DIE KNOCHEN REDEN

Text: Christine Heidemann

Selten genug finden Vorzeitforscher fossile Relikte der Menschheitsgeschichte. Dann aber beginnt erst der subtilste und aufwendigste Teil ihrer Arbeit – die Altersbestimmung und die systematische Zuordnung





Von welcher Gattung und Art das neu entdeckte Kieferfragment in den Händen des Forschers links stammt, kann das Team schnell erkennen – seit den 1970er Jahren hat es im äthiopischen Hadar mehr als 300 solcher *Australopithecus afarensis*-Fossilien gesammelt. Jetzt gilt es, die aktuellen Funde den bisherigen sinnvoll zuzuordnen. Vorn links im Bild: Schädel heutiger Schimpansen

Der Wüstenwind hatte in den Wochen vor dem Juli 2001 über dem Grabungsplatz Toros-Menalla 266 im Norden des zentralafrikanischen Tschad offenbar besonders kräftig geblasen. Djimdoumalbaye Ahounta, ein junger tschadischer Kollege aus dem Team des Franzosen Michel Brunet, musste nur noch ein bisschen kratzen – dann lag der rundliche Gegenstand frei: ein rätselhafter Schädel (siehe Seite 8). Könnte es sich dabei um die Überreste eines der ersten menschlichen Vorfahren handeln?

Das Alter der Fundschicht und einige Merkmale des Schädels legten diesen Verdacht jedenfalls nahe, und die Aufregung im Team war entsprechend groß. Jetzt galt es, die entscheidenden Fragen zu klären: Wie alt genau ist das Fossil? In welcher Umwelt lebte dieses Wesen? Gehört es tatsächlich in den menschlichen Stammbaum? Für Brunet und seine Mitarbeiter

begann nun die eigentliche Herausforderung ihrer Arbeit.

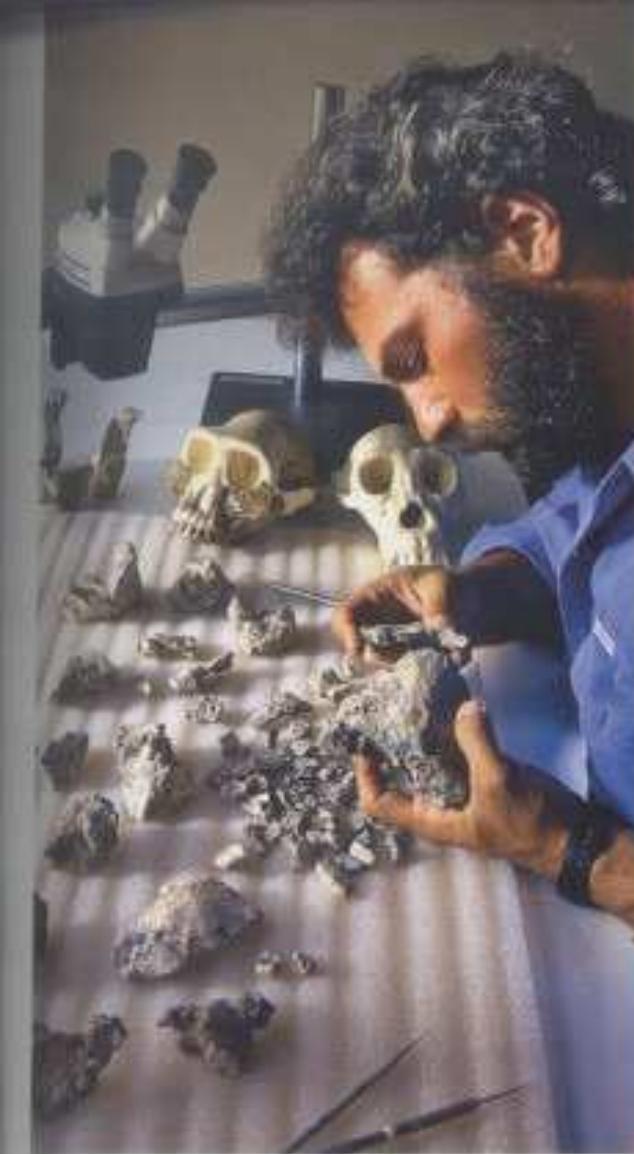
Doch die Datierung gestaltete sich schwieriger, als erwartet. Denn die für eine absolute Zeitbestimmung notwendigen Ascheschichten mit den natürlichen **Isotopen** (siehe Seite 76) fehlten ebenso wie geeignete Sedimente, anhand derer sich das Alter der Fundschicht über die Ausrichtung des Magnetfeldes bestimmen lässt. Also blieb den Forschern nichts anderes übrig, als die neben dem Schädel gefundenen, unzähligen tierischen Überreste genauer zu prüfen.

Und tatsächlich: Die im Tschad identifizierte Tiergesellschaft ähnelte verblüffend derjenigen, die bereits in zwei kenianischen Fossilienlagern datiert worden war – auf ein Alter von etwa sieben Millionen Jahren. Und da die Forscher unter den Skelettresten sowohl solche von Fischen, Krokodilen und Nilpferden als auch von Hyänen und Elefanten gefunden hatten, konnten sie sogar die Umwelt des rätselhaften Wesens rekon-

struieren: Es muss in einer savannenähnlichen Landschaft in der Nähe eines Sees gelebt haben.

Weitauß komplizierter als die Datierung erwies sich die Zuordnung des Fundes zu Affe oder Mensch. Von hinten sieht der Schädel nämlich aus wie der eines Schimpansen: niedrig, flach, mit geringem Hirnvolumen. Von vorn dagegen wie der eines etwa 1,75 Millionen Jahre alten modernen Vormenschen: mit eher kleinem Gesicht, markanten Überaugenwülsten und weniger stark ausgeprägten Eckzähnen – ohne die typische Affenlücke zwischen Schneide- und Eckzähnen im Unterkiefer. Zudem setzte die Wirbelsäule vermutlich weiter unter dem Schädel an als bei Affen, was darauf schließen lässt, dass das Wesen bereits aufrecht ging.

Für Michel Brunet waren dies Beweise genug, *Sahelanthropus tchadensis*, wie er seinen Fund später nannte, zu einer eigenen **Art** zu erklären und als bisher ältesten bekannten menschlichen Vorfahren vorzustellen. Ein Vorstoß, den vor



Jede Sedimentprobe wird katalogisiert, in eine Tüte verpackt und beschriftet. Alle dazugehörigen Daten, wie Fundort und -Zeitpunkt, werden im Rechner gespeichert. Ohne diese Informationen ist ein fossiler Skelettreis für die Wissenschaft wertlos.

Auf der Suche nach dem Gesicht der Urzeit: Paleoanthropologen kratzen oft monatelang unter dem Stereomikroskop Sedimente von den Knochenfunden. Mit Zahntechnikinstrumenten bearbeiten sie die einzelnen Teile – bis diese sich, völlig gesäubert, vielleicht zu anderen Fügen.

alem die Entdecker des knapp sechs Millionen-Jahre alten *Orrorin tugenensis*, des bis dahin ältesten bekannten Hominiden, heftig kritisierten.

Doch nun hat der Forscher Christoph Zollikofer vom Anthropologischen Institut der Universität Zürich einen frappierenden Beweis für Brunets These geliefert: den „wahren“ Kopf des Sahelanthropus.

Geleinsam mit seiner Kollegin Marcia Ponce de Léon hat der Anthropologe den zuvor im Computertomographen gescannten Schädel am Bildschirm virtuell in einzelne Stücke zerlegt und diese mehrmals neu zusammengesetzt – wobei er die durch

die Millionen von Jahren andauernde Lagerung im Boden stark deformierte rechte Schädelhälfte wieder der linken symmetrisch anpasste.

Auf ähnliche Weise hatte Zollikofer bereits mehrere Neandertaler-Köpfe erfolgreich rekonstruiert. Um Fehler zu vermeiden, erstellten die Wissenschaftler parallel und unabhängig voneinander vier Rekonstruktionsvarianten.

Doch so sehr sie die Bruchstücke auch drehten und wendeten: Es gelang ihnen nicht, einen Schädel zu formen, der dem eines Schimpansen oder Gorillas ähnelt. Damit war auch für Zollikofer klar: Sahelanthropus ist ein **Hominide** und kein Affe.

Doch Brunets Kritiker überzeugt das nach wie vor nicht. Sie verlangen nach weiteren fossilen Belegen, die diese Interpretation rechtfertigen könnten. Genau daran aber mangelt es den Knochendetrütern. „Wir haben es hier ja nur mit Fetzen aus einem Gesamtbild zu tun, einem großen Puzzlespiel aus lauter Einzelteilen“, sagt Ottmar Kullmer vom Frankfurter Forschungsinstitut Senckenberg.

Mit insgesamt höchstens 3000 Funden weltweit – das entspricht im Durchschnitt einem einzigen Fossil pro rund 2500 Jahre Menschheitsgeschichte – müssen sich die Paleoanthropologen zufrieden geben, um Licht ins Dunkel unserer rund sieben Millionen Jahre währenden Entwicklungsgeschichte zu bringen.

Nur selten finden sie zusammenhängende Fragmente. Meist handelt es sich dabei um einzelne Schädel-, Arm- oder Beinknochen und vor allem um Zähne. Denn die bestehen aus härterem Material als etwa Rippen, Fuß- oder Handknochen,

Anhand von rund 3000 Funden bemühen sich Forscher, Licht ins Dunkel von sieben Millionen Jahren Menschheitsentwicklung zu bringen

Die vielen Wege in die Vergangenheit

Mit raffinierten wissenschaftlichen Methoden ist das Alter von Fossilienfunden erstaunlich genau zu bestimmen

>> Biostratigraphie

Das relative Alter eines fossilen Fundes ermitteln Paläontologen mithilfe der Stratigraphie. Sie gehen dabei davon aus, dass sich Sedimentschichten bei ihrer Bildung im Laufe der Jahrtausende im wesentlichen horizontal und eine nach der anderen aufeinander ablagern: Die oben liegende Schicht ist jünger als die darunter liegende.

Schon vor etwa zwei Jahrhunderten entdeckte der Engländer William Smith, dass die verschiedenen Schichten sehr unterschiedliche Fossilien enthalten. Einige von diesen, die „Leitfossilien“, führen sozusagen durch die Jahrtausende, denn sie lebten – geologisch gesehen – nicht allzu lange und sind für eine bestimmte Schicht charakteristisch. Wird ein neuer Fund zusammen mit Leitfossilien in einer Schicht entdeckt, ist dessen relatives Alter recht gut zu bestimmen.

Leitfossilien helfen auch, Schichtfolgen an verschiedenen Orten miteinander in Beziehung zu setzen. So kann man feststellen, ob weit voneinander entfernte Fossilien – etwa in England und Frankreich – das gleiche geologische Alter haben.

>> Paläomagnetismus

Kleinsta eisenhaltige Partikel in geschmolzenem Gestein – beispielsweise in Lava – richten sich während des Abkühlens entlang der Kraftlinien des Erdmagnetfelds aus. Wenn das Gestein erstarrt, werden auch die Partikel in ihrer Position fixiert. Gleiches gilt für zu Gestein verfestigte Sedimentschichten etwa im Meer. Geologen haben durch Analyse der Ausrichtung in verschiedenen alten Erdstrukturen nachgewiesen, dass die magnetischen Pole im Laufe der Jahrtausende mehrfach ihre geographische Lage änderten. So liegt der magnetische Nordpol seit 780 000 Jahren nahe dem geographischen Südpol, doch zuvor befand er sich, um 180 Grad gedreht, am geographischen Nordpol. Somit



Sedimente als Datierungshilfe: Die oberste Schicht ist meistens die jüngste, die unterste am ältesten

feststellen, ob weit voneinander entfernte Fossilien – etwa in England und Frankreich – das gleiche geologische Alter haben.

sind alle Fossilien, welche in Gesteinsschichten mit „umgekehrtem“ Magnetfeld liegen, älter als 780 000 Jahre.

>> Radiometrie

Seit einigen Jahrzehnten errechnen Wissenschaftler das Alter von Fossilien mit der Hilfe verschiedener „atomarer Uhren“. Dazu nutzen sie Varianten (Isotope) natürlich vorkommender Elemente: etwa eine seltene Form des Kohlen-



stoffes, das schwerere Isotop Kohlenstoff-14 (C-14). Es wird in der oberen Erdatmosphäre über sehr lange Zeiträume in nahezu konstanter Menge gebildet. Doch anders als die vorherrschende, leichtere Variante des Kohlenstoffs (C-12) ist C-14 nicht stabil. Es zerfällt in einer für das Isotop typischen, konstanten Zeit und gibt dabei radioaktive Strahlung ab.

Lebewesen bauen bei jeder Nahrungsaufnahme beide

Kohlenstoffvarianten neu in ihr Gewebe ein. Nach ihrem Tod endet dieser Vorgang, und die **Halbwertszeit** beginnt zu ticken: Der instabile Kohlenstoff-14 zerfällt langsam – seine Menge halbiert sich ab jetzt in der für ihn typischen **Halbwertszeit** von 5730 Jahren. Wissenschaftler messen die dabei entstehende radioaktive Strahlung und schließen so auf die noch nicht zerfallene Menge von C-14. Und da ihnen bekannt ist, in welcher Geschwindigkeit diese Uhr tickt, können sie die bis heute verflossene Zeit bestimmen.

Wegen der kurzen Halbwertszeit von C-14 konnten zunächst nur bis etwa 40 000 Jahre alte Fossilien datiert werden. Seit dem Einsatz der massenspektrometrischen Beschleuniger-Radiokarbon-Datierung ist auch das Alter von bis etwa 70 000 Jahre alten Fossilien festzulegen – danach ist zu wenig Strahlung zum Messen übrig. Daher nutzen Paläontologen bei älteren Funden Elemente mit längerer Halbwertszeit – so das im Gestein vorhandene radioaktive

Kalium-40, dessen Menge sich erst in 1.330 000 Jahren halbiert. Es zerfällt dabei zum stabilen Edelgas Argon-40, das sich damit zum Beispiel im Gestein anstaut: Älteres Gestein enthält mehr Argon-40 als jüngeres.

Anhand der eingeschlossenen Gasmenge bestimmen Forscher etwa das Alter von vulkanischen Ascheschichten, in die ein Fossil eingebettet ist. Die Uhr wird durch Hitze aufgewickelt und beginnt zu ticken, sobald das neu entstandene Vulkangestein erkalte ist.

>> Thermolumineszenz-Verfahren (TL)

Gesteine sind aus Mineralen aufgebaut. In diesen sammeln sich im Laufe der Jahrtausende atomare Veränderungen durch radioaktive und kosmische Strahlung an. Die gespeicherten Abweichungen werden durch deren Erhitzen wieder rückgängig gemacht, wobei Licht frei wird. Mit der gemessenen so genannten Thermolumineszenzstrahlung können Paläontologen einen Ereignis – etwa das Erhitzen von Gestein durch einen Lagerfeuer – direkt datieren. Denn von Urzeitmenschen entfachten Feuer stellen den ursprünglichen atomaren Zustand im Gestein wieder her: Die Lumineszenz-Uhr startete von neuem. Durch Vergleich der Minerale von den Feuerstellen mit nahen, nicht erhiitzten Steinen können jene so bis zu 300 000 Jahre zurückdatiert werden.

>> Optisch stimuliertes Lumineszenz (OSL)

Bei der OSL regt man das Gestein durch Licht an, damit die gespeicherten atomaren Veränderungen in Form von Lumineszenzstrahlung freigesetzt werden. Mit der OSL datieren Forscher nicht das Fossil selbst, sondern ermitteln stattdessen die letztmögliche Belichtung – also den Ablagerungszeitpunkt – einer Sedimentschicht, in die das Fossil eingebettet ist. So können sie einen Zeitraum erfassen, der bis zu



Eine Gesteinsprobe wird geborgen: Die magnetische Ausrichtung enthaltenen Metalle verweist auf das Alter des Gesteins

300 000 Jahre zurücklegt. Susanne G.



Mit nur 80 Knochenstücken ist es Christoph Zollikofer von der Universität Zürich gelungen, diesen Schädel eines Neandertalers zu rekonstruieren. Dabei fügte er das dreidimensionale Knochen-Puzzle nach anatomischen Kriterien zusammen

Organe und Muskeln fehlen völlig. „Für mehr als 99 Prozent unserer Evolution haben wir nicht einen einzigen fossilen Beleg“, konstatiert Kullmer.

Dass die Paläoanthropologen trotz der dürftigen Fragmente so viel und immer mehr über unsere Vorfahren lernen, verdanken sie modernen Analysetechniken, wie der hochauflösenden **Computertomographie** – und ihrer eigenen Ausdauer.

Viel Geduld war beispielsweise nötig, als Tyson Mskika, ein Mitarbeiter des deutschen Hominiden-Forschers Friedemann Schrenk (siehe Seite 52) und seines amerikanischen Kollegen Tim Bromage, am 11. August 1991 im afrikanischen Malawi Teile eines Unterkiefers entdeckte: Die Experten waren unsicher. Handelt es sich – wie erwartet – um einen Vertreter der Art *Homo rudolfensis* (siehe Seite 13)? Könnten sie damit endlich belegen, dass der Ostafrikanische Graben frühen Hominiden als Korridor diente, entlang dessen sie nach Norden und Süden wanderten?

Die Sensation drohte an einem abgebrochenen Stück Backenzahn in dem gefundenen Kiefer zu scheitern. Denn vor allem die hinteren Zähne sind so individuell wie ein Fingerabdruck: Jedes noch so winzige Stückchen liefert den Wissenschaftlern zahlreiche Informationen. Nur ein vollständiger Zahn lässt sich daher eindeutig einem Menschen oder Affen zuordnen.

Bis zu 27 Merkmale vermessen die Evolutionsforscher an einem einzigen Exemplar – darunter Länge, Breite, Höckerhöhe und -anzahl, Beckentiefe und Zahnschmelzdicke. So gilt das fünf Höckerige Muster auf den Backenzähnen mit einer doppelten Y-Furche als

Schlüsselmerkmal für Hominiden und Menschenaffen. Und die Zahnschmelzdicke verrät viel über die Abnutzung der Zähne, gibt somit Auskunft über die Ernährung unserer Vorfahren.

Gräser etwa sind härter als Blätter, Äste oder Früchte, da sie viel Silizium enthalten – die Kauflächen von Grasfressern sind daher stärker abgenutzt. So bevorzugten die robusten Australopithecinen der Gattung *Paranthropus* (siehe Seite 14) mit ihrem im Scheitelkamm verstärkten Kauapparat, ihren großen Backenzähnen und stark abgenutzten Zahnoberflächen wohl härtere, faserige Nahrung als spätere Homo-Vertreter mit ihren wesentlich kleineren Zähnen und runderen Höckern.

„Uns fehlte das Viertel des zweiten Backenzahns, um das Kieferfragment eindeutig vermessen und zuordnen zu können“, erzählt Schrenks Kollege Kullmer über den unvollständigen Fund in Malawi: „Also haben wir uns auf die Suche gemacht.“

Monatelang durchsiebten die Forscher in der Nähe der Fundstelle Sediment – insgesamt sieben Tonnen. Dann endlich wurde das winzige Fragment geborgen, und der Kiefer konnte anhand der Größe und Höckerformation des Backenzahns tatsächlich eindeutig als *Rudolfensis*-Relikt identifiziert werden.

Auf einen solchen Glücksfall warten die Knochensucher um Michel Brunet noch.

Denn bis sie ganz sicher sein können, dass ihr *Sahelanthropus tchadensis* tatsächlich aufrecht ging, müssen auch sie noch so manchen fossilen Splitter aus dem Wüstensand sieben.

Zwar haben die Forscher außer dem Schädel mittlerweile weitere Unterkieferreste und Zähne von Toumaï – wie der Frühmensch auch genannt wird – geborgen. Doch das reicht nicht: Als endgültige Beweise für einen aufrechten Gang dieses Wesens benötigen sie vor allem Becken- und Beinknochen, etwa das Kniegelenk.

Wäre die Gelenkfläche des Oberschenkelknochens eher oval, so hätte *Sahelanthropus* sein Knie tatsächlich durchstrecken, also richtig laufen können. Mit einer rundlichen Gelenkfläche wie beim Schimpanse dagegen wäre es ihm nur möglich gewesen, auf krummen Beinen vorwärts zu wackeln.

Möglicherweise muss Toumaï aber auch schon bald einem noch älteren Zeitgenossen Platz machen. Brunet plant im Tschad bereits die Suche in acht Millionen Jahren alten Schichten, um dort den womöglich letzten gemeinsamen Vorfahren von Mensch und Affe auszugraben.

Vielleicht steht der Wind ja günstig. □

Christine Heidemann, 42, ist seit vielen Jahren Mitarbeiterin von GEO. Wissenschaftlicher Berater:

Dr. Ottmar Kullmer, Leiter der Sektion tertiäre Säugetiere am Frankfurter Forschungsinstitut Senckenberg.

Dass Forscher heute so viel über die Urmenschen wissen, verdanken sie modernsten Analysetechniken – und der eigenen Ausdauer

Das

Bei Birkenspannern variiert das Aussehen: Auf dem hellen Untergrund ist der helle Schmetterling gut getarnt und hat dadurch größere Überlebenschancen als sein dunkler Artgenosse. Als im 19. Jahrhundert die Umwelt in Industriezentren verrostete, kehrte sich der Vorteil um, und es gab nach einiger Zeit dort fast nur noch schwarze Exemplare

Werdens

Prinzip des



Text: Erwin Lausch

Als Charles Darwin seine Evolutionstheorie formulierte, hatte er eine genial einfache Erklärung für die Vielfalt des Lebens und die Entstehung neuer Arten gefunden: Individuen einer Art sind unterschiedlich, diese Unterschiede werden vererbt, und jedes Elternpaar erzeugt mehr Nachkommen, als existieren können. Daher überleben nur die am besten geeigneten und pflanzen sich erfolgreich fort. Durch diese natürliche Auslese passen sich die Lebewesen an ihre Umwelt an. Auch der Mensch ist ein Resultat dieses Wechselspiels aus Mutation, Vererbung und Selektion



ott, so lehrt die Bibel, schuf Himmel und Erde mit all ihren Bewohnern innerhalb weniger Tage. Alle Arten von Tieren und Pflanzen sowie der Mensch entstanden danach in einem einzigen und einmaligen Schöpfungsakt.

Zwar stellten die Kirchenlehrer Gregor von Nazianz (330–390) und Augustinus (354–430) schon früh in Frage, dass sich Fauna und Flora dieser Lehre gemäß nach der göttlichen Schöpfung niemals mehr verändert haben sollen: Da unmöglich Vertreter aller bekannten Lebewesen auf die Arche Noah gepasst hätten, so ihre Überlegung, müssten manche Arten erst später entstanden sein. Doch solche Gedanken blieben ohne Folgen. Was die Bibel verkündet, galt lange Zeit als wörtlich wahr.

Erst im 18. und zunehmend im 19. Jahrhundert kamen Zweifel auf. Die Untersuchung von Fossilien ergab, dass sie meist von anderen Organismen stammten als die lebenden Arten. Und: Je simpler die Körperformen dieser versteinerten Kreaturen, desto älter die Gesteinsschichten, aus denen man sie geborgen hatte. Diese Entdeckungen deuteten auf gravierende Veränderungen im Laufe der Zeit, gar auf eine Entwicklung von „einfachen“ zu immer „höher entwickelten“ Lebewesen – also auf eine **Evolution** (von lat. *evolvere* = entwickeln).

Auch Untersuchungen, bei denen die Entwicklung von Embryonen unterschiedlicher Tierarten verglichen wurde, ließen an eine Evolution denken. Die Embryonalentwicklung aller Wirbeltiere von den Fischen bis zu den Säugetieren und auch des Menschen vollzieht sich in den frühen Stadien nämlich auf ähnliche Weise, wie man heute weiß. Denn dabei werden unter anderem auch solche Organe angelegt, die „einfacher“

so eine Evolution habe ablaufen können. Erst Darwin zeigte die Mechanismen auf, die zu neuen Arten führen.

Seine Erklärung der Evolution durch natürliche Auslese erscheint aus heutiger Sicht verblüffend einfach. Sie stützt sich auf wenige Beobachtungen:

- Die meisten Arten erzeugen mehr Nachkommen, als nötig wären, um die Elterngeneration zu ersetzen.
- Die Populationsgröße einer Art bleibt im Durchschnitt konstant.
- Die verfügbaren Ressourcen sind begrenzt.

All dies zusammen, folgerte Darwin, führt zu einem erbitterten „Kampf ums Dasein“. Er kombinierte diese Erkenntnis mit zwei weiteren Beobachtungen:

- Die Individuen einer Art sind nicht exakt gleich, sondern variieren in einzelnen Merkmalen.
- Bei der Fortpflanzung der Organismen findet eine Vererbung individueller Merkmale statt (Nachkommen sehen ihren Eltern ähnlicher als anderen Individuen ihrer Population).

Die Erklärung für diese Phänomene sah der Forscher im Mechanismus der **natürlichen Selektion**: Die Konkurrenz unter den Individuen einer Generation führt zu einem nicht zufälligen Überleben und Fortpflanzungserfolg. Wer an die jeweils herrschenden Bedingungen am besten angepasst ist, hat die besten Überlebenschancen und die meisten Nachkommen in der nächsten Generation. Im Verlauf vieler Generationen kommt es dann zu einer allmählichen Veränderung einer Population – das ist Evolution.

Nach Darwins Konzept geht die Natur auf ähnliche Weise vor wie ein Züchter, der **Variationen** bei Haustieren oder Kultur-



Aus einer Finkenart entwickelten sich auf den Galapagos-Inseln 13 Arten – mit jeweils anderem Schnabel und anderer Lebensweise

beschaffenen Arten dienlich waren, die das aus dem Embryo hervorgehende Wesen selbst jedoch gar nicht mehr benötigt.

So verfügen etwa die Embryonen aller an Land lebenden Wirbeltiere einschließlich des Menschen eine Zeitlang über so genannte Kiementsächen. Aus ihnen entwickeln sich bei Fischen die Kiemen, beim Menschen und anderen Säugetieren die Eustachische Röhre, eine Verbindung zwischen dem Mittelohr und dem Rachenraum. Einige Organreste bleiben sogar noch beim Erwachsenen erhalten. So ist der Wurmfortsatz des *Homo sapiens*, eine Ausstülpung des Blinddarms, das Relikt eines Organs, das Pflanzenfresser auszeichnet.

Als Charles Darwin 1859 sein epochales Werk „On the Origin of Species by Means of Natural Selection“ („Über die Entstehung der Arten durch natürliche Auslese“) veröffentlichte (siehe Seite 36), wurde unter Gelehrten längst diskutiert, dass die Fülle und Vielfalt der Lebewesen nicht auf einen Schlag geschaffen worden sein konnte. Aber niemand vermochte plausibel zu erklären, wie

pflanzen nutzt, um erwünschte Eigenschaften, etwa die Eierproduktion von Hühnern, zu verstärken und unerwünschte, etwa die Anfälligkeit für Krankheiten bei Pflanzen, zu mindern.

Anders aber als die gezielte Züchtung auf einzelne Merkmale, die **künstliche Selektion**, bevorzugt die nicht zielgerichtete natürliche Auslese die am besten an die natürliche Umwelt angepassten Individuen. Damit eine neue **Art** entsteht – also eine Gruppe von Individuen, die ähnliche anatomische Merkmale besitzen, sich untereinander kreuzen und fruchtbare Nachkommen hervorbringen können –, bedarf es in der Regel vieler kleiner Veränderungen. Das braucht Zeit. So entwickelten sich, wie paläoanthropologische Funde zeigen, die typischen Merkmale des Menschen – der aufrechte Gang, das große Gehirn, die geschickten Hände – sehr langsam, über Jahrtausende.

Zuweilen lässt sich das Wirken der Evolution jedoch auch schon in einem überschaubaren Zeitraum beobachten. Als ein Paradebeispiel dafür, dass man den Mechanismus der natürlichen

Mutationen sind zufällig und meistens von Nachteil. Wenn sie jedoch die Lebens- tückigkeit erhöhen, sorgt die natürliche Auslese dafür, dass sie sich ausbreiten



Ob ein Birkenspanner hell oder dunkel ist, bestimmt ein einzelnes Gen

Selektion manchmal wie im Zeitraffer verfolgen kann, gilt der Birkenspanner (*Biston betularia*), ein meist schwarz-weiß gemusterter Schmetterling, dessen Aussehen variiert und der auf heller oder mit Flechten bedeckter Baumrinde gut getarnt sitzt.

1848 wurde in Manchester erstmals die äußerst seltene schwarze Form beobachtet – doch schon ein halbes Jahrhundert darauf gab es dort fast nur noch schwarze Birkenspanner, angepasst an die infolge der Industrialisierung nun rußgeschwärzten oder durch das Absterben der Flechten dunkler gewordenen Bäume: Aus einer seltenen, zufällig aufgetretenen Variation war der Normalfall geworden, weil die hellen, ungetarnten Falter den Vögeln leichter zum Opfer fielen.

Inzwischen haben Forscher die Evolution auch in anderen Fällen in flagranti beobachten können. Innerhalb von nur knapp zwei Jahrzehnten entwickelten beispielsweise Kleinleguane der Art *Anolis sagrei*, die ein amerikanischer Forscher von einer Bahama-Insel auf ein bis dahin von Leguanen unbewohntes, karges Nachbar-Eiland versetzt hatte, immer kürzere Beine. Aus anderen Studien an zahlreichen *Anolis*-Arten auf den Karibischen Inseln war bekannt, dass kurze Beine am besten für das Herumklettern in spärlicher Vegetation geeignet sind – so wie sie in der neuen Heimat der umgesiedelten Leguane vorkam. Aufgrund der natürlichen Auslese hatten sich die Einwanderer aus einer Umwelt mit Bäumen und Gebüsch binnen kurzem an den neuen Lebensraum angepasst.

In noch kürzerer Zeit, bei auch weitaus schnellerer Generationenfolge, sind Insekten mit einer durch den Menschen

geschaffenen Herausforderung fertig geworden: Bereits acht Jahre nach der Entwicklung des Schädlingsbekämpfungsmittels DDT 1939 berichteten Wissenschaftler darüber, dass Stubenfliegen (*Musca domestica*) eine Resistenz gegen das Gift entwickelt hatten. Auch andere Insekten sind inzwischen vor bestimmten Schädlingsbekämpfungsmitteln sicher.

Als Darwin seine Evolutionstheorie formulierte, wusste man über ein zentrales Element, die Vererbung, nicht mehr, als dass Lebewesen einer bestimmten Art immer nur Nachwuchs derselben Art hervorbringen. Weder kannte man die Gesetze, nach denen Merkmale vererbt werden, noch hatte man eine Vorstellung davon, wie die Übertragung von Erbinformationen stattfindet. Erst im 20. Jahrhundert konnte die Evolutionstheorie in diesem Punkt präzisiert werden.

Als Träger der Erbanlagen, der Gene, wurde die **DNS** (Desoxyribonukleinsäure) identifiziert, die sich in langen Molekülketten vor allem im Kern jeder Zelle befindet (siehe GEO kompakt Nr. 2). Die **Gene** sind jeweils bestimmte Abschnitte auf der DNS. Vor jeder Zellteilung wird die gesamte Erbsubstanz kopiert, jede Tochterzelle erhält dadurch die identische Erbinformation.

Ab und zu kommen bei dieser Verdoppelung jedoch zufällige Fehler vor. **Mutationen**, Veränderungen der Erbinformation, treten auf. Dies kann auf vielfältige Weise geschehen – etwa wenn beim Kopieren ein „Schreibfehler“ auftritt, ein Teil der Molekülkette verloren geht oder ihr ein zusätzlicher Baustein angehängt wird. Erfolgt dies bei der Bildung von Samen- oder

Eizellen, den so genannten Keimzellen, kann die Mutation auch an die Nachkommen vererbt werden. Eine wichtige Quelle von Variationen ist auch die **Rekombination** während der sexuellen Fortpflanzung: Sie erzeugt neue Genkombinationen in den Samen oder Eizellen.

Die meisten Veränderungen sind für die betroffenen Individuen von Nachteil und werden schnell ausgemustert, etwa durch Unfruchtbarkeit. Manchmal aber bescheren sie ihnen einen Vorteil gegenüber den Artgenossen. Dann bestehen gute Chancen, dass sich die veränderte Erbanlage im Laufe der Generationen allmählich verbreitet.

Besonders positive Aussichten haben mutierte Individuen, wenn sich die Umwelt wandelt oder neue Lebensräume zu besiedeln sind. Ein viel zitiertes Beispiel sind die von Darwin auf den Galápagos-Inseln beobachteten verschiedenenartigen Finken. Wie sich später herausstellte, hatten sich aus einer einzigen Vogelart, die es vom südamerikanischen Festland auf die Vulkan-Inseln verschlagen hatte, 13 nahe miteinander verwandte, heute „Darwinfinken“ genannte Arten entwickelt – durch die Konkurrenz um Nahrung und die räumliche Trennung der Inseln hatten sie sich an unterschiedliche ökologische Nischen angepasst. So finden sich unter ihnen Körner- und Insektenfresser, Pflanzen bevorzugende Gemischtköstler und Spezialisten für Kakteen, alle mit den für ihre jeweilige Lebensweise geeigneten Schnäbeln.

Die Evolution hat aber noch einen weiteren Mechanismus zur Sicherung des Fortpflanzungserfolgs hervorgebracht. So erscheint die Verlängerung des unteren Teils der Schwanzflosse von Schwerträgern, kleinen gelb- bis rotfarbigen Fischen, eher als Bürde denn als Vorzug. Dass derart auffällige Wesen, die

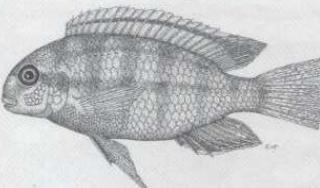
nachteilig aus und verkürzt das Leben des Betroffenen drastisch, wenn sie ihm von *beiden* Elternteilen vererbt worden ist. Menschen dagegen, die das Sichelzellen-Gen nur von *einem* Elternteil geerbt haben, sind normalerweise gesund – und in Malaria-verseuchten Gebieten haben sie sogar bessere Überlebenschancen als Menschen, die nicht Träger der Krankheitsanlage sind, da diese sie weitgehend vor Malaria schützt.

Auch die höchst ungleichmäßige Verteilung der menschlichen Blutgruppen A, B, AB und 0 über die Erde hat die Frage nach möglichen Ursachen aufgeworfen. Eine These: Infektionskrankheiten haben in den verschiedenen Regionen für eine Auslese gesorgt, indem Menschen mit einer bestimmten Blutgruppe mehr Widerstandskraft zeigten. So scheinen Träger der Blutgruppe B weniger anfällig für das Pockenvirus zu sein und die der Blutgruppe 0 weniger anfällig für Syphilis.

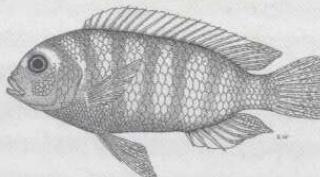
Doch bestimmte Blutgruppen können auch Nachteile mit sich bringen: Träger der Blutgruppe 0 werden häufiger von Zwölffingerdarm- und Magengeschwüren, Träger der Blutgruppe A von Magenkrebs heimgesucht.

Anschaulich nachvollziehen lässt sich die Evolution bei den Hautfarben. In Afrika, der Wiege der Menschheit, war dunkle Haut zweckmäßig, weil sie die ultraviolette Strahlung der Sonne stärker abfängt als helle, und so nicht nur besser vor Sonnenbrand schützt, sondern auch vor dem Zerfall der etwa für die Spermienbildung wichtigen Folsäure im Körper (siehe Seite 144). Hellere Haut, die immer mal wieder auftrat, war ein Handicap.

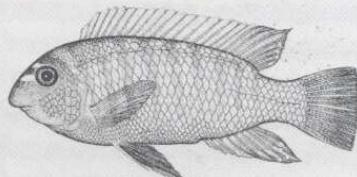
Als Menschen jedoch Afrika verlassen hatten, wurde hellere Haut immer mehr zum Vorteil, je weiter nach Norden sie kamen.



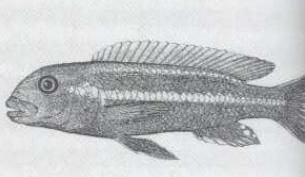
Pseudotropheus



Metriaclima



Labeotropheus



Melanochromis

Hunderte Buntbarscharten entstanden in einer Jahrmillion in den unterschiedlichen Lebensräumen des afrikanischen Malawi-Sees

auch von Raubfischen leichter erkannt werden, überhaupt ent- und bestehen konnten, liegt an der Vorliebe der Weibchen. Sie bevorzugen die jeweils größten Männchen mit den längsten Schwanzflossen und begünstigen so deren Fortpflanzungserfolg. Darwin prägte deshalb für dieses „Auswahlverfahren“ einen neuen Begriff: **sexuelle Selektion**.

Eine überraschende Lösung wurde auch für ein anderes Rätsel gefunden: das relativ häufige Vorkommen der Sichelzellenanämie, einer Erbkrankheit bei dunkelhäutigen Menschen, vor allem in heutigen und ehemaligen Malaria-gebieten etwa in Afrika, aber auch in Südindien und Amerika. Eine geringfügige Veränderung am Hämoglobin, dem roten Blutfarbstoff, durch eine Genmutation führt dazu, dass sich rote Blutkörperchen bei Sauerstoffmangel, etwa durch körperliche Anstrengung, sichelartig verformen und dadurch das Blut zähflüssig wird.

Wie konnte ein derart abträgliches Gen weite Verbreitung finden? Die Antwort: Die Krankheit prägt sich nur dann deutlich

Damit das für eine gesunde Entwicklung der Knochen nötige Vitamin D in der Haut erzeugt wird, ist nämlich UV-Licht erforderlich, für das helle Haut durchlässiger ist als dunkle. Dunkelhäutigen Menschen drohte in Regionen mit lichtarmen Wintern Rachitis. So wurde dort für Hellhäutige aus dem Handicap ein Vorzug, und die Mutation setzte sich durch.

Manchmal aber, so haben Wissenschaftler herausgefunden, bewegt sich die Evolution auch nur im Kreis. Etwa beim Birkenspanner – jenem Schmetterling, der sich nach der europäischen Industrialisierung durch eine Schwarzfärbung an dunkle Bäume seines Biotops angepasst hatte: Seit der Ausstoß von Ruß in vielen Industriegebieten stark vermindert worden ist, überwiegt wieder die helle Form.

Dr. Erwin Lausch, 76, war 15 Jahre lang GEO-Redakteur und schreibt seit der ersten Ausgabe für GEOkompass. Wissenschaftliche Beratung: **Prof. Axel Meyer**, Lehrstuhl für Zoologie und Evolutionsbiologie, Universität Konstanz.

AUSSTELLUNG IM DEUTSCHEN HYGIENE-MUSEUM

EVOLUTION. WEGE DES LEBENS

24. SEPTEMBER 2005 BIS 23. JULI 2006



DEUTSCHES
HYGIENE-MUSEUM
DRESDEN

Lingnerplatz 1, 01069 Dresden
www.dhmd.de, Telefon (0351) 4846-670
Dienstag bis Sonntag und Feiertage:
10 bis 18 Uhr

Dieses Projekt wird gefördert
innerhalb des 6. Forschungs-
rahmenprogramms der
EU Kommission.

In Partnerschaft mit

DKV

Deutsche Krankenversicherung



Das Problem der abseitigen Randgruppenknochen

Woher wissen wir eigentlich, dass die Forscher bisher die richtigen Fossilien gefunden haben? Vielleicht war ja alles ganz anders?

Angeblich stammt der Mensch von einem Spitzhörnchen ab. Bei all diesen Abstammungstheorien und Abstammungslinien frage ich mich immer: Wann geht es los? Wo beginnt die Familiengeschichte? Ich meine, die Wahl des Stammbaum-Startpunktes ist doch ziemlich subjektiv und vielleicht sogar ein wenig willkürlich.

Das Spitzhörnchen hat doch seinerseits auch wieder Vorfahren gehabt. So ein Spitzhörnchen fällt doch nicht einfach vom Himmel. Und der Vorfahr des Spitzhörnchens, sozusagen das *Hörnchen ergaster* oder *Hörnchen erectus*, das war doch auch nicht der Anfang von allem.

Letztlich stammen wir von den ersten Einzellern ab. Das ist völlig klar. Im Großen und Ganzen sind wir Vettern der Bakterien. Und nun zu den Details.

Die Wissenschaft der Paläoanthropologie ruht im wesentlichen auf etwa 3000 Knochenfundstücken. Aus diesen 3000 Knöchelchen bauen sich die Paläoanthropologen also ihre Theorien. Kein Wunder, dass es bei jedem neuen Knochen, der gefunden wird, eine Riesenaufregung gibt.

Es handelt sich vermutlich um die einzige Wissenschaft der Welt, die deutlich mehr Forscher als Forschungsgegenstände besitzt. Nur der langwierige, hochkomplexe Prozess der Zivilisation verhindert, dass sich die zahlreichen Paläoanthropologen um ihre paar wenigen Knochen balgen.

Es sind ja auch, im Gegensatz zu vielen anderen Wissenschaften, keine Experimente möglich. In meinen Augen ist das Ganze mehr ein Denksport – wie Philosophie. Eine Theorie kann höchstens durch einen neuen Knochen widerlegt werden. Aber der alles entscheidende Theoriewiderlegungsknochen wird vielleicht niemals gefunden.

Möglicherweise basiert diese gesamte Wissenschaft darauf, dass zufällig ein paar völlig abseitige Randgruppenknochen von Sackgassen-Hominiden erhalten blieben, während unser Mainstreamvorfahr – also derjenige, von dem wir tatsächlich abstammen – sich aus hominid-psychologischen Gründen vor zwei bis drei Millionen Jahren am liebsten in Gegenden aufgehalten hat, in denen Gerippe jeder Art furchtbar schnell vermodern. Weshalb nichts von ihm übrig ist. Und die ganze Paläoanthropologenschaft arbeitet sich mit ihren Theorien an einer Handvoll Knochen ab, die überhaupt nicht repräsentativ sind für das Menschheitsganze.

»Der Mensch stammt vom Fehler ab. Denken Sie daran, wenn Sie mal wieder irgendwo einen Fehler entdecken«

Das ist so, als ob Deutschland im Meer versunken wäre, und in drei Millionen Jahren würden Forscher zufällig, sagen wir, die Speichenfelge eines Aston Martin DB 4 GT, Bj. 63, eine Packung Studentenfutter sowie eine Ausgabe der Zeitschrift „Jagd und Hund“ finden, und daraus müssten sie dann mithilfe ihrer Intelligenz und ihres Einfühlungsvermögens eine Theorie über das Leben in Deutschland entwickeln.

Und dann kommt auch noch Pech hinzu. Bei der Wissenschaft muss man leider, wie im Leben generell, immer das Pech einkalkulieren. Sehr berühmt ist ja der

Pekingmensch. Anfang der 1920er Jahre wurden von einem schwedischen Forscher erstmals Überreste des Pekingmenschen gefunden – die anthropologische Wissenschaft geriet wie so oft bei einem neuen Knochenfund aus dem Häuschen. Andere Forscher kamen, gruben und fanden.

Doch dann brach der Krieg aus, und es hieß: Die Japaner besetzen China. Vielleicht haben die Japaner keinen Draht zur Paläoanthropologie. Die bis dahin gefundenen Pekingmenschen-Teile wurden wahrscheinlich im Dezember 1941 in Kisten verpackt, um sie in die USA zu transportieren, mit Ausnahme dreier Zähne, die aus irgendwelchen Gründen bereits in Schweden waren.

Die Japaner eroberten China aber in einem so hohen Tempo, dass es zum Abtransport der Knochen wohl nicht mehr kam. Überraschenderweise war bei den Japanern durchaus ein gewisses paläoanthropologisches Interesse vorhanden – ein so großes sogar, dass sie die Kisten mit dem Pekingmenschen darin als Kriegsbeute vermutlich in ihre Heimat schicken wollten.

Doch auf dem Weg nach Japan wurde das Schiff wahrscheinlich von einem amerikanischen Flugzeug versenkt, dessen Pilot wahrscheinlich noch nie etwas vom Pekingmenschen gehört hatte. Die chinesische Regierung setzte daraufhin eine Belohnung für die Wiederbeschaffung des Pekingmenschen aus. Er ist somit der einzige Urmensch, der steckbrieflich gesucht wird.

Zum Glück gab es Abgüsse. Später wurden noch ein paar andere Knochen gefunden. Aber das Original ist weg. Der Pekingmensch ruht vermutlich, bis auf die drei Zähne natürlich, die sich damals bereits in Schweden befanden, auf dem Grunde des Meeres.

Und nun muss man nur mal ein paar Millionen Jahre weiterdenken. Den Hom

sapiens gibt es nicht mehr, stattdessen neue Geschöpfe, die sich über die Geschichte des Planeten ebenfalls ihre Gedanken machen. Auf dem Meeresgrund finden sie den Pekingmenschen. Sein Gehirn ist klein. Aber er fuhr zur See.

Sie werden eine Theorie entwickeln: Offenbar gab es in der Epoche des *Homo sapiens* eine weniger intelligente Untergruppe, die auf dem Meer herumfuhr, ihre Toten in Kisten verpackte und keine

oder zum Muschelesser, beruht auf Mutationen. Mutationen sind nichts anderes als Fehler beim Kopieren des Erbguts.

Die meisten Mutationen sind für die Betroffenen ärgerlich, zum Beispiel, wenn ein Huhn zwei Köpfe hat. Einige dieser Fehler stellen sich im Nachhinein zwar als

verschiedene Arten von Spitzhörnchen. Die meisten von ihnen sind tagaktiv – zumindest, seit die Dinosaurier ausgestorben sind und sie tagsüber nicht mehr von Sauriern gefressen werden.

Sie leben in Paaren, und zwar, wenn man ihnen die Wahl lässt, lieber auf dem Boden als auf den Bäumen. Sie sind Allesfresser. Sie haben keine feste Fortpflanzungszeit, sondern sind das ganze Jahr



Zähne besaß. Deswegen gingen sie aufs Meer, weil Fisch sich ohne Zähne natürlich leichter essen lässt als Fleisch.

Ich will damit nur zum Ausdruck bringen, dass nicht jede Theorie, die wir auf der Basis zufälliger Fundstücke aufzustellen geneigt sind, automatisch stimmen muss, auch wenn sie auf den ersten Blick noch so plausibel erscheint.

In diesem Heft wird zum Beispiel die „Muschelläufer-Theorie“ erwähnt. Unsere Vorfahren sollen angeblich deshalb zum aufrechten Gang übergegangen sein, weil sie im Wasser Muscheln gesammelt haben. Na gut, ich bin nur ein Laie. Und ich esse hin und wieder ganz gern Muscheln. Trotzdem kommt mir diese Theorie ein bisschen spekulativ vor.

Gleichzeitig sind es, wie ich aus der bisherigen Lektüre gelernt habe, die Fehler und nur die Fehler, die uns voranbringen. Denn die gesamte Evolution, unsere Entwicklung vom Spitzhörnchen zum Paläoanthropologen, zum Tennischampion

vorteilhaft heraus, weil sie dem fehlerhaften Exemplar nützen, das stimmt – aber zunächst einmal sind es Fehler. Daran ist nicht zu rütteln.

Ein perfektes Universum würde sich also nicht weiterentwickeln. Es wäre statisch, langweilig, alles bliebe gleich, auf niedrigem Niveau. Wenn es keine Fehler gäbe, hätte sich niemals der Mensch entwickelt.

Der Mensch stammt vom Fehler ab. Denken Sie daran, wenn Sie mal wieder irgendwo einen Fehler entdecken: Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass eine perfekte Welt nicht wünschenswert wäre.

Wir haben bei all diesen Überlegungen unseren Ahnen, das Spitzhörnchen, ein wenig aus den Augen verloren. Es gibt

an Fortpflanzung interessiert. Die Jungen sind Nesthocker.

Die Männchen können mitunter recht aggressiv werden, vor allem zu Rivalen, bei Gefahr aber laufen sie am liebsten weg, auch mal beide Rivalen gemeinsam. In all diesen Verhaltensweisen wirft die heraufdämmende Menschheit also schon einen recht deutlichen Schatten.

Außerdem können die Spitzhörnchen, trotz ihres kleinen Gehirns, richtig gut sehen, das heißt, sie besitzen bereits eine grundsätzliche Eignung zu den schönen Künsten. Unter die Sonderfälle wird das Federschwanz-Spitzhörnchen gerechnet, das im Gegensatz zu seinen Mithörnchen tagsüber schläft, nachts aber ununterbrochen Rambazamba macht.

Ich glaube, fast jeder von uns kennt einen Menschen, der vom Federschwanz-Spitzhörnchen abstammt. □

Harald Martenstein, 52, ist Kolumnist in Berlin.

FUNDSTELLE

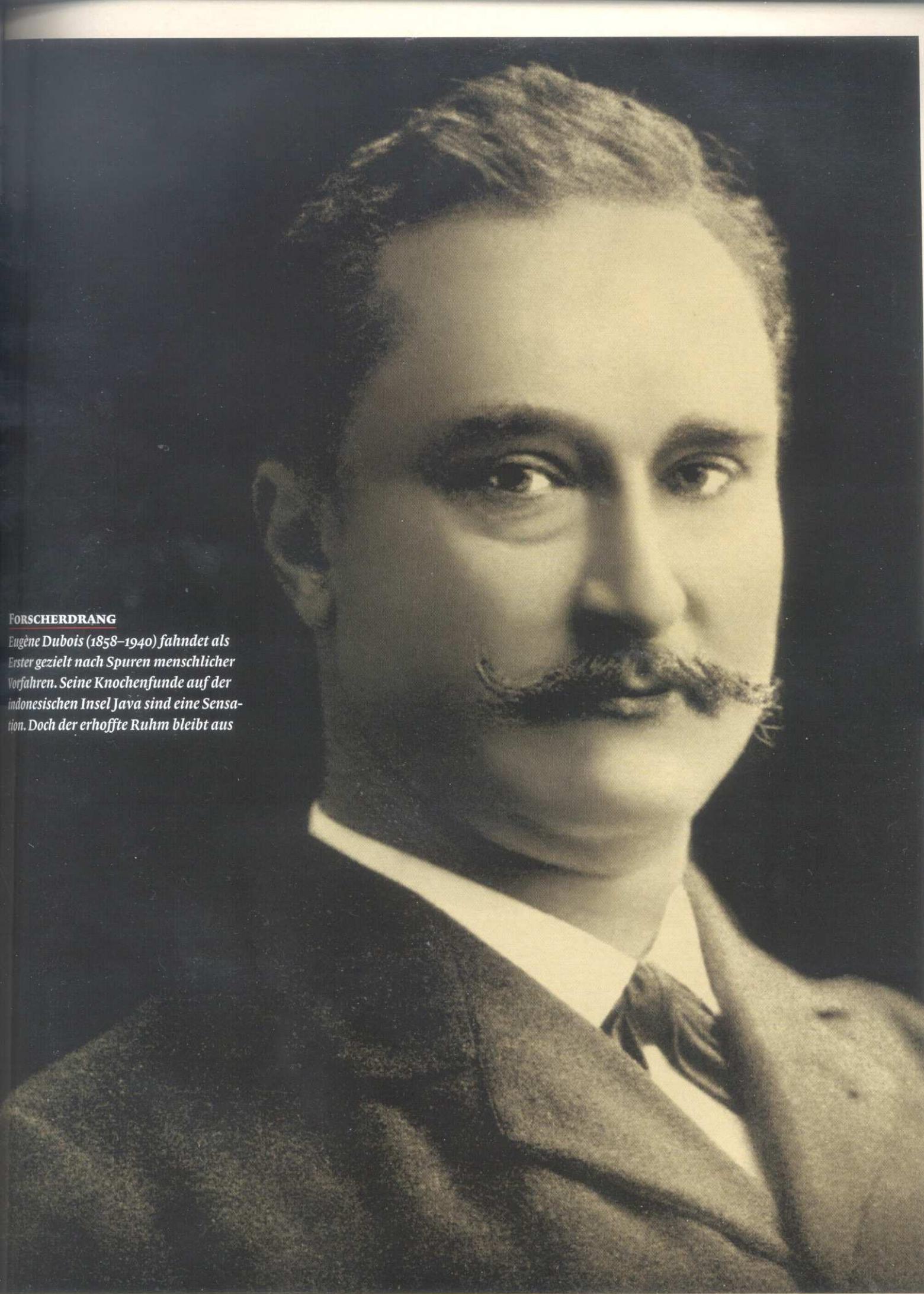
Auf der Suche nach Fossilien durchwühlen
zur Zwangsarbeit abgeordnete Sträflinge unter
Aufsicht von Eugène Dubois 1891 monatelang
die Ufer des Flusses Solo auf Java. Sie finden tat-
sächlich mehr als 12 000 fossile Knochen



Text: Erwin Lausch

Auf der Spur der ersten Wanderer

Der niederländische Militärarzt Eugène Dubois hat eine fixe Idee: Er will, vermutlich fasziniert von der »Affenmenschen-Hypothese« des deutschen Zoologen Ernst Haeckel, unbedingt das unbekannte Bindeglied in der Ahnenreihe von Mensch und Affe finden. Er reist nach Java und Sumatra, wo er die Wiege der Menschheit vermutet. Dort beginnt er aufs Geratewohl nach Fossilien zu suchen – mit überraschendem Erfolg

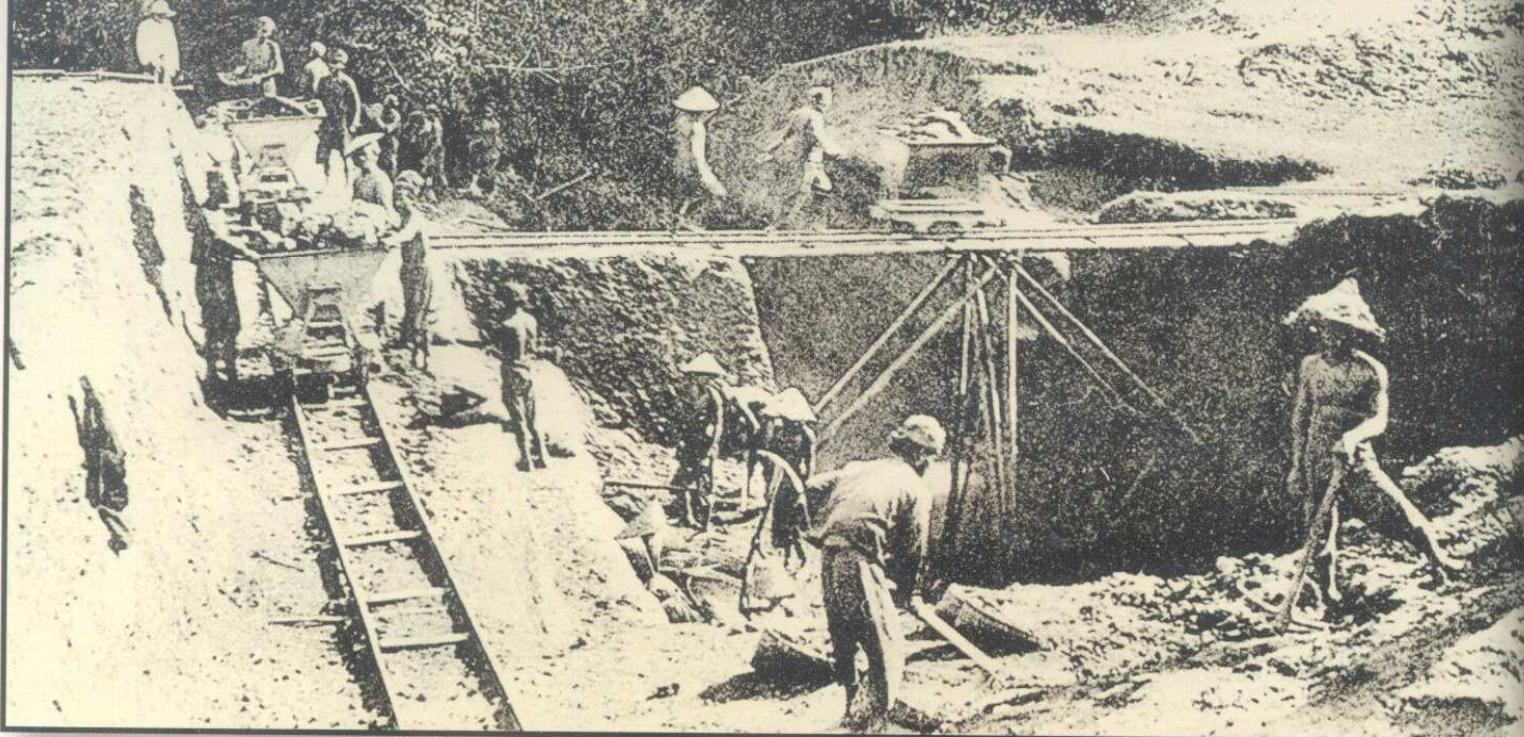


FORSCHERDRANG

Eugène Dubois (1858–1940) fahndet als Erster gezielt nach Spuren menschlicher Vorfahren. Seine Knochenfunde auf der indonesischen Insel Java sind eine Sensation. Doch der erhoffte Ruhm bleibt aus

PLACKEREI

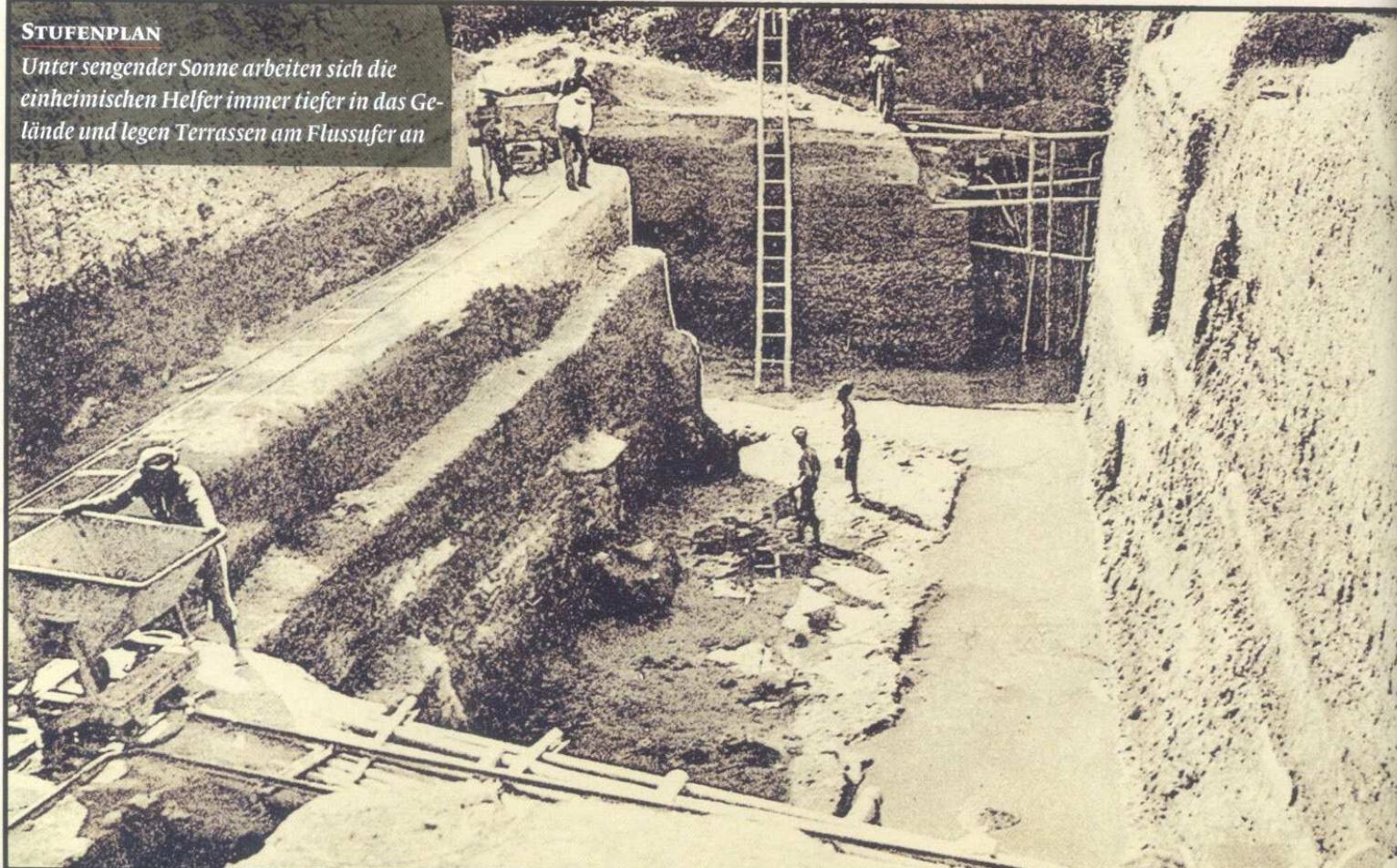
Im Jahre 1907 gräbt eine deutsche Forschergruppe in der Gegend von Trinil auf Java nach den Relikten eines Affenmenschen



Funde von Dubois locken auch andere Forscher nach Java. Doch die wichtigsten Fossilien, die seine These von einer neuen Hominiden-Art stützen, kommen anderswo ans Licht – ab 1927 in China

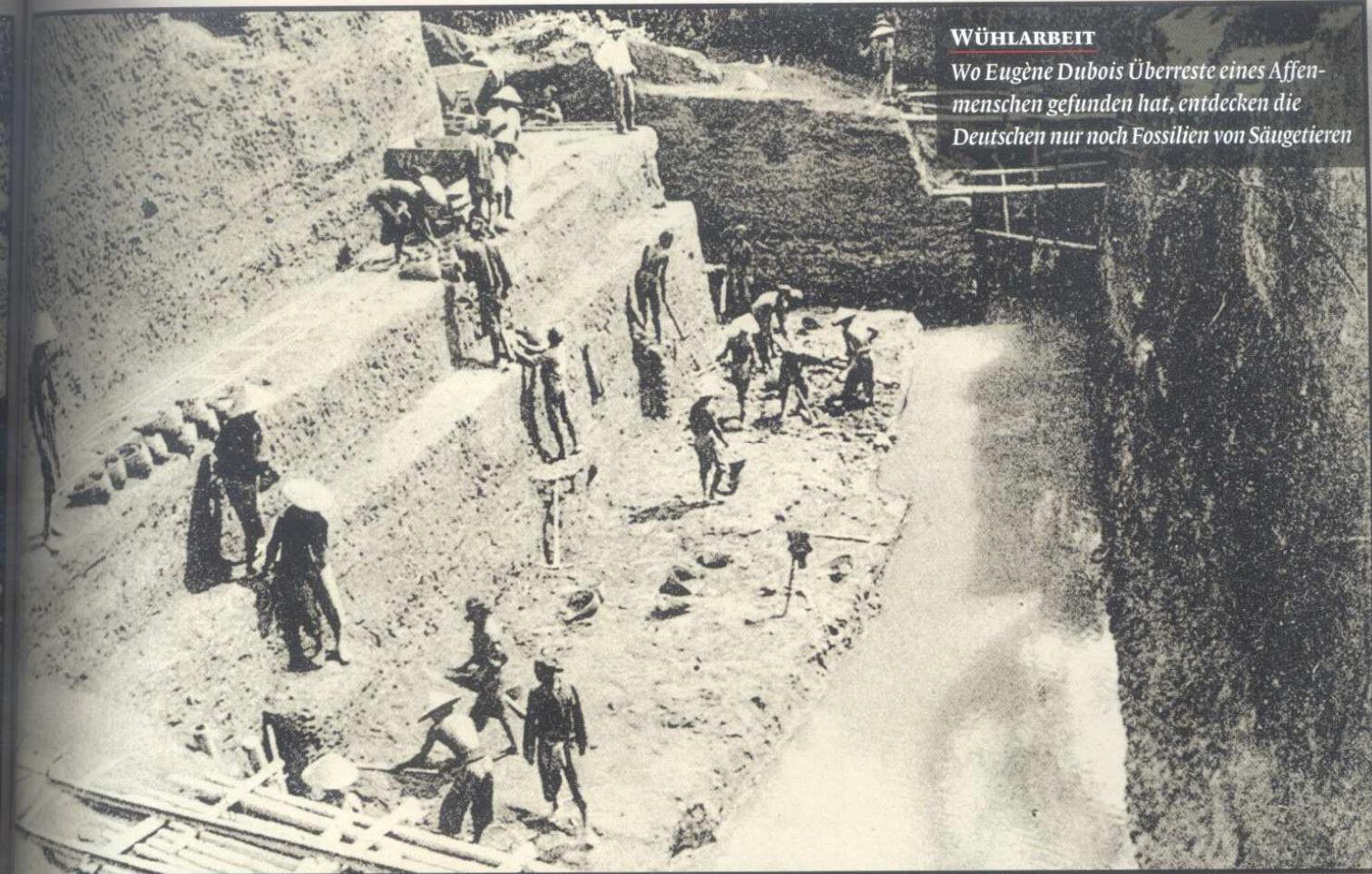
STUFENPLAN

Unter sengender Sonne arbeiten sich die einheimischen Helfer immer tiefer in das Gelände und legen Terrassen am Flussufer an



WÜHLARBEIT

Wo Eugène Dubois Überreste eines Affenmenschen gefunden hat, entdecken die Deutschen nur noch Fossilien von Säugetieren



MISSERFOLG

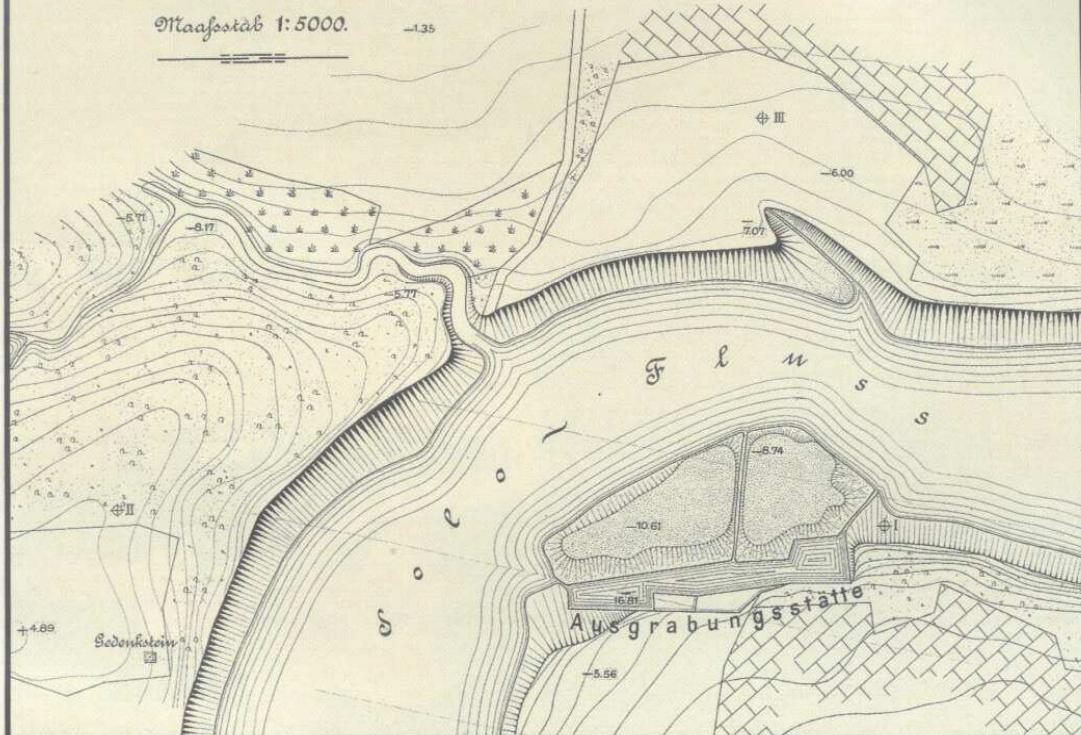
So tief sie auch graben, die Wissenschaftler aus Europa finden 1907 keinerlei Belege für die Herkunft des Menschen aus Java





Lage-Plan
der Ausgrabungsstätte Inderroek
in der Nähe der Dessa Trinil
Residenz Madium.

Maastab 1:5000.



SCHATZKARTE

Akribisch zeichnet Eugène Dubois Karten der Umgebung und der Lage seiner Ausgrabungsstätten. Er beschriftete sie in Deutsch. Die Karte rechts zeigt den auf der linken rot markierten Ausschnitt in Nahaufnahme: den Ort an der Biegung des Flusses Solo, wo der Forscher 1891 eine vollständige Schädeldecke findet (unten) – jenes Fossil, das später als Javamensch weltberühmt wird

Das Schädelfragment vom Ufer des Solo-Flusses hat einen starken Wulst über den Augen und eine flache Stirn. Es konnte also weder von einem modernen Menschen noch von einem Affen stammen

Bis heute verstehen **Paläoanthropologen** nicht so recht, was den niederländischen Mediziner Eugène Dubois, der später zu den wichtigsten Pionieren ihrer Fachrichtung gezählt wird, im Jahre 1887 dazu bewogen hat, eine aussichtsreiche akademische Karriere aufzugeben, um Überresten von „Affenmenschen“ nachzuspüren. Jedenfalls verpflichtet sich der damals 29-jährige Lektor für Anatomie an der Universität Amsterdam zum Dienst als Militärarzt in Indonesien, damals eine niederländische Kolonie, und reist auf die Insel Sumatra.

Gewiss: Der erste – zufällige – Fund eines **Neandertalers** sowie Darwins revolutionäre Werke haben in den Jahrzehnten zuvor heftige Diskussionen ausgelöst. Und der deutsche Zoologe Ernst Haeckel hat bereits über ein Wesen halb Mensch, halb Menschenaffe spekuliert, das seine Hände zu gebrauchen verstand, aber noch nicht sprechen konnte.

Dieser *Pithecanthropus alalus*, der sprachlose Affenmensch, wie Haeckel das Produkt seiner Fantasie auch gleich benannt hat, soll nach seiner Einschätzung im

südlichen Asien gelebt haben, auf einem inzwischen untergegangenen Kontinent namens „Lemurien“. Auf das südliche Asien ist der Deutsche verfallen, weil auf den indonesischen Inseln Gibbons leben, die er als die menschenähnlichsten Affen ansieht.

Eugène Dubois aber ist der Erste, der diesen vage begründeten Vermutungen tatsächlich nachgeht und gezielt nach Spuren von menschlichen Vorfahren sucht. In Höhlen auf Sumatra stöbert er in seiner Freizeit nach Knochen vom Affenmenschen – ohne Erfolg. Immerhin wird er nach einigen Monaten vom Militär für die Grabungen freigestellt. 1890 lässt sich Dubois nach Java versetzen: Dort sind an einer Biegung des Flusses Solo fossile Tierknochen gefunden worden.

An dieser Stelle gräbt der Forscher nun mit einer Schar Strafarbeiter und entdeckt im September 1891 tatsächlich einen menschenähnlichen Backenzahn. Wenige Wochen später stößt er, nur einen Meter davon entfernt, auf eine Schädeldecke, die von ihrer Form her weder zu einem modernen Menschen noch zu einem Affen gehört haben konnte: vielmehr zu einem Wesen, das zwischen beiden stand.

Dieses Schädeldach mit einem dicken Wulst über den Augen ist massiger und die Stirn flacher als beim modernen Menschen – aber zu groß für einen Menschenaffen. Das Gehirn darunter muss mit einem Volumen von etwa 940 Kubikzentimetern mehr als doppelt so groß gewesen sein wie das eines Schimpansen,

LEBENSADER

Am Fluss Solo, auf dem um 1900 die Fischer ihrer Arbeit nachgehen (unten), lebten Jahrhundertausende vorher jene Wesen, die Dubois in seinen Notizen (rechts) 1893 als aufrecht gehende Affenmenschen bezeichnet. Sein Beweisstück für die Bipedie: der 1892 entdeckte Oberschenkelknochen des Javamenschen (unten)

aber weitaus kleiner als das Gehirn heutiger Menschen mit durchschnittlich 1400 Kubikzentimetern.

Im Jahr darauf findet Dubois nur wenige Meter entfernt einen Oberschenkelknochen, der sich von dem eines modernen Menschen kaum unterscheidet und somit den Schluss zulässt, dass das dazugehörige Wesen aufrecht gehen konnte. 1894 veröffentlicht der Niederländer eine Arbeit über die von ihm entdeckte neue Art, die er *Pithecanthropus erectus* nennt, den „aufrecht gehenden Affenmenschen“. Bald darauf kehrt er nach Europa zurück.

Bei seiner aufs Geratewohl begonnenen Suche hat Dubois unglaubliches Glück gehabt. Doch der erhoffte Ruhm bleibt aus. Vielmehr entzündet sich Streit darüber, wie die Entdeckungen zu deuten sind. Bestehen nicht Ähnlichkeiten mit dem Neandertaler? Oder handelt es sich bei dem Fund nicht vielleicht um die Relikte eines großen Menschenaffen? Gehören der entdeckte „Affenschädel“ und der menschliche Oberschenkelknochen überhaupt zusammen?

Verbittert bricht Dubois den Disput über den Affenmenschen um 1900 schließlich ab und versteckt die Funde in seinem Haus. Er wird Professor für Kristallographie, Mineralogie, Geologie und Paläontologie an der Universität Amsterdam. Statt mit dem Javamann beschäftigt er sich in seinen privaten Studien nun mit dem Verhältnis von Gehirnvolumen und Körpergewicht bei Menschen und Tieren.

Erst 1927 lassen spektakuläre Funde Dubois' Thesen in einem neuen Licht erscheinen. Der kanadische Mediziner Davidson Black, Professor für Embryologie und Neurologie in Beijing, untersucht einen Backenzahn, der sechs Jahre zuvor in einer Höhle bei Zhoukoudian 50 Kilometer südwestlich der chinesischen Hauptstadt gefunden worden ist. Er schreibt ihn einem Frühmenschen zu, den er *Sinanthropus pekinensis* nennt, den Chinamenschen von Beijing.

Systematische Grabungen in der Höhle fördern 1929 eine vollständige Schädeldecke zutage sowie – bis 1966 – fünf weitere, fast komplett Exemplare, dazu 19 große und zahlreiche kleine Fragmente, 15 unvollständige Unterkiefer, 157 isolierte Zähne, drei Bruchstücke von Oberarmknochen, ein Schlüsselbein, einen Handwurzelknochen und ein Schienbein.

Auch auf Java können nach und nach weitere Bruchstücke von Schädeln und Unterkiefern sowie zahlreiche Zähne geborgen werden. Doch zwischen den beiden Fundstellen besteht ein wichtiger Unterschied: Während auf Java die Knochen von verendeten Tieren und Menschen durch Wasser an ihren Einbettungsort



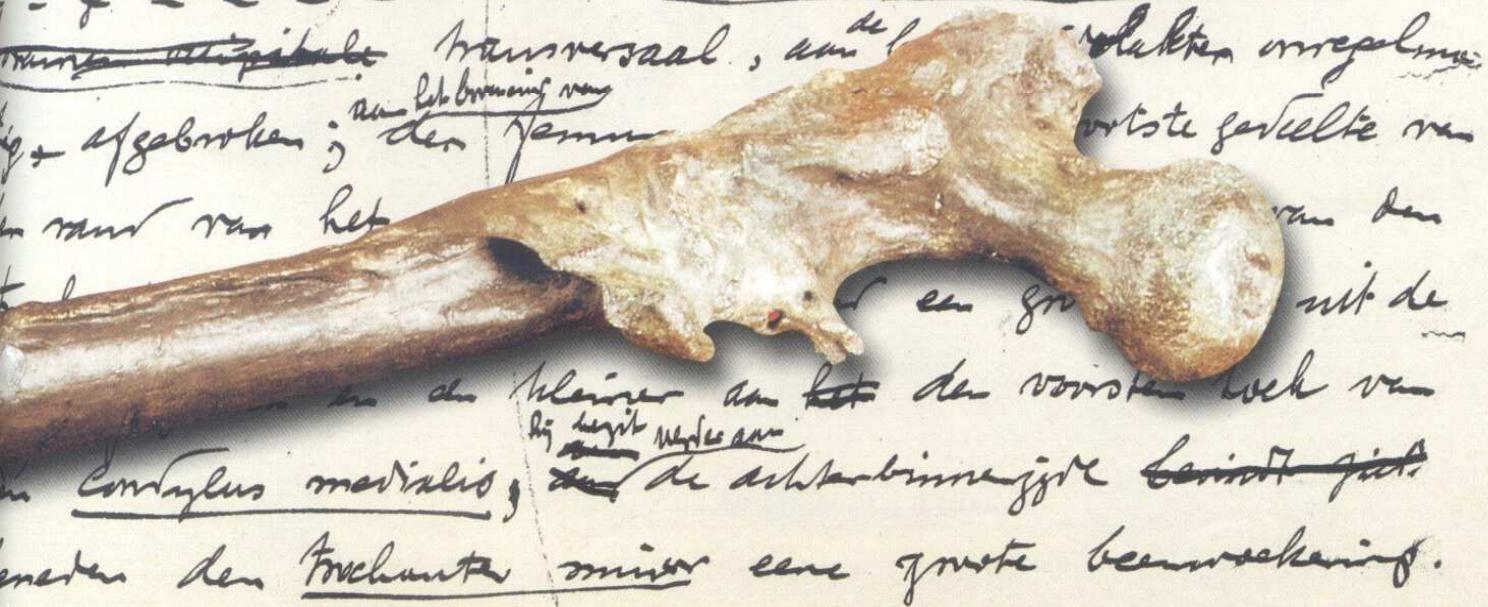
Den Oberschenkelknochen, den Dubois auf Java fand, hielten viele Zweifler für den Knochen eines modernen Menschen



GRABUNGSHELPER

Mit Spitzhacke und Schaufel helfen Javaner den Hobby-Paläontologen aus den Niederlanden bei dessen Suche nach Fossilien





geschwemmt worden sind – also ohne unmittelbaren Zusammenhang mit ihrem Lebensraum stehen –, stammen die Funde bei Beijing aus den Wohnstätten der frühen Menschen.

Meterdicke Ascheschichten dokumentieren, dass die Bewohner dieser Höhlen regelmäßig Feuer genutzt haben. Es spendete ihnen Wärme und Licht und schreckte Tiere ab. Angebrannte Knochen unter den Resten von zahlreichen Vogel- und Säugerarten sprechen dafür, dass dort auch Fleisch geröstet worden ist.

Schon bald nach der Entdeckung der ersten vollständigen Schädeldecke bei Beijing 1929 ist den meisten Experten klar, dass Java- und Pekingmensch zusammengehören. In den 1950er Jahren werden sie zu einer Art vereint: zu *Homo erectus*, dem aufrechten Menschen. Eine Zeitlang erscheint das östliche Asien als bedeutendster Brennpunkt der menschlichen Evolution.

Inzwischen gelten diese Funde jedoch eher als Zeugnisse einer ersten Auswanderungsbewegung, die von Afrika, dem wirklichen Entwicklungszentrum der Menschheit, in die übrige Welt hinausführte. Die meisten Experten nehmen heute an, dass der asiatische *Homo erectus* ein Vetter, aber kein direkter Vorfahrer des modernen Menschen war.

Denn nachdem auf dem Schwarzen Kontinent lange Zeit nur spärliche Spuren von *Homo erectus* aufgetaucht sind, wird Richard Leakey, der Direktor des Nationalmuseums von Kenia, in den 1970er und 1980er Jahren schließlich fündig. Zu beiden Seiten des langgestreckten Turkanasees graben er und seine Mitarbeiter Schädel und Schädelfragmente aus, die *H. erectus* ähnlich sehen.

1984 entdeckt der Kenianer Kamoya Kimeu westlich des Turkanasees den „Turkana-Boy“. Dieses fast vollständige Skelett eines schätzungsweise zwölfjährigen misst 1,60 Meter. Als Erwachsener hätte der Junge wohl eine Länge von 1,85 Meter erreicht.

Noch verblüffender als die Größe sind die modernen Proportionen des Körpers, die nun auch den von Dubois auf Java gefundenen Oberschenkelknochen authentisch erscheinen lassen.

Aber war der Turkana-Boy überhaupt ein *Homo erectus*? Die afrikanischen Schädel unterscheiden sich in einigen Merkmalen von denen auf Java und in China. So umschlossen sie einerseits ein etwas kleineres Gehirn, andererseits ist der Schädelknochen

weniger dick und stärker gerundet – also dem modernen Menschen ähnlicher.

Diese Unterschiede führen schon bald zu einer der für die Zunft der Paläoanthropologen typischen Streitigkeiten, durch die Uneingeweihte leicht den Überblick verlieren. Einige Wissenschaftler nämlich bedenken den Turkana-Boy und seinesgleichen mit einem eigenen Artnamen: *Homo ergaster* – der Handwerker (siehe Seite 58). Andere Forscher dagegen sind nach wie vor nicht von der Notwendigkeit überzeugt, die Art *Homo erectus* aufzuspalten.

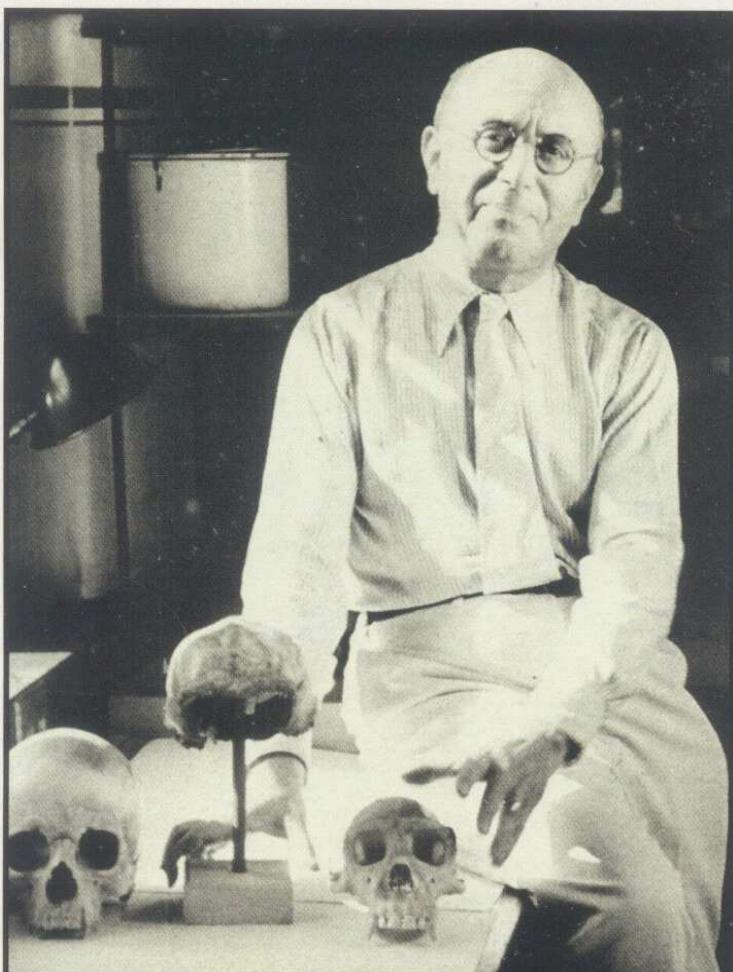
In die Zeit des *Homo ergaster* (oder nach anderer Terminologie: des frühen afrikanischen *Homo erectus*) fällt eine wichtige Neuerung in der Werkzeugtechnik: Er erfand vor etwa 1,4 Millionen Jahren den Faustkeil. Bis dahin wurden nur ganz grob zerschlagene Steine mit einer scharfen Kante als Werkzeuge genutzt. Die beidseitig behauenen Faustkeile boten vielfältige neue Möglichkeiten für gezielten und kraftvollen Einsatz.

Viele Anthropologen neigen heute zu der Ansicht, dass sich aus *Homo ergaster* einerseits der asiatische *Homo erectus*, andererseits in Afrika ebenfalls eine Form von *H. erectus* entwickelt hat, aus der mehrere andere Menschenarten hervorgegangen, darunter schließlich auch *Homo sapiens*, der moderne Mensch (siehe Seite 104 und 132). Nach dieser Theorie wanderten Gruppen von *H. ergaster* schon bald nach der Entstehung dieser Art in Richtung Asien aus und entwickelten sich zur asiatischen Variante des *Homo erectus*, während andere in Afrika blieben. Wahrscheinlich trieb diese frühen Menschen die Suche nach Beute. Und sicherlich dauerte es Jahrtausende bis Jahrzehntausende, bis sie dort ankamen, wo ihre Knochen später gefunden wurden.

Wann die Ahnen von Java- und Pekingmensch von Afrika aufgebrochen sind, ist unbekannt. Sind die Ergebnisse von Altersbestimmungen korrekt, dann lebte *Homo erectus* auf Java schon vor 1,8 Millionen Jahren (und bis vor 50 000 Jahren). Die ältesten Funde in der

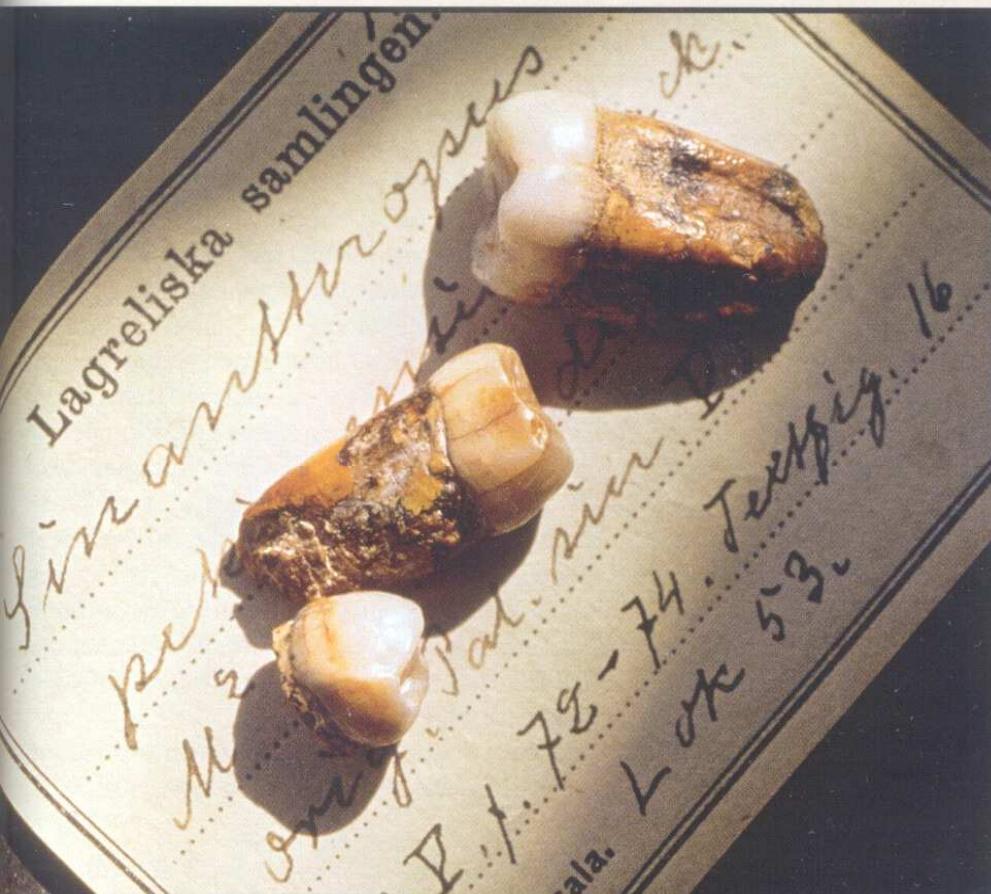
SPUREN NACH CHINA

Der deutsche Anthropologe Franz Weidenreich fertigt in den 1930er Jahren genaue Abgüsse von Schädeln der Pekingmenschen an (Mitte; links Menschen-, rechts Affenschädel). Die Originale gehen im Zweiten Weltkrieg verloren



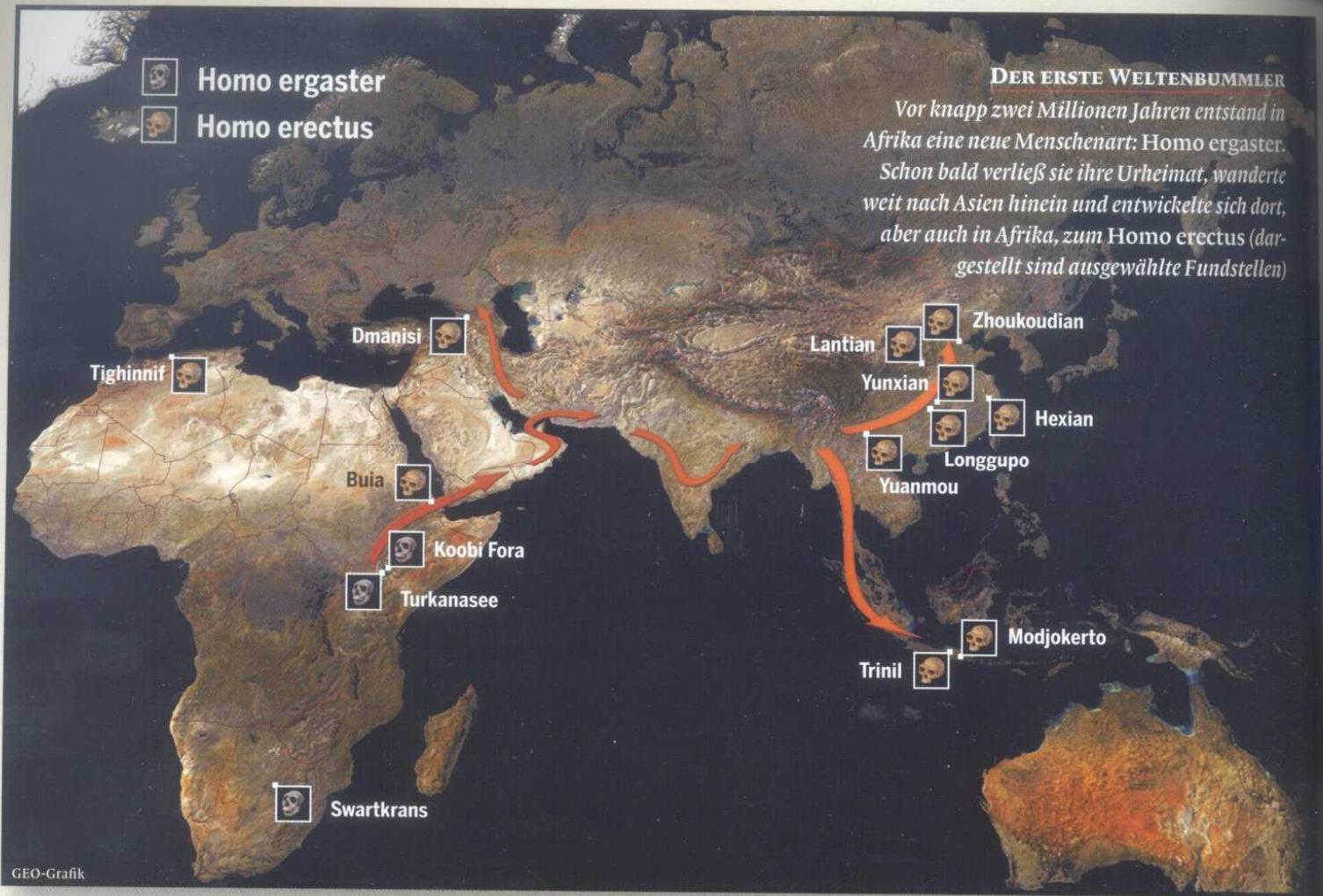


Es war keine rätselhafte Wanderlust, die *Homo erectus* in immer weiter entfernte Gebiete trieb, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach die Suche nach Nahrung



TIEFENFORSCHUNG

In den 1920er Jahren werden bei Beijing die Überreste von Urmenschen gefunden, die fast 600 000 Jahre alt sind und einer neuen Art zugeordnet werden: *Homo erectus*. In den 1930er Jahren gehen die Ausgrabungen in China systematisch weiter. Um eventuelle Funde besser zuordnen und datieren zu können, haben Helfer den harten Boden in Planquadrate unterteilt (oben). Dann dringen sie mithilfe von Haken und Schaufeln immer tiefer in die Erde ein: Bis 1966 bergen die Arbeiter unter anderem sechs komplett Schädeldecken, 15 unvollständige Unterkiefer, 157 Zähne – und finden den Beweis, dass auch die »Pekingmenschen« bereits das Feuer beherrschten. In der Fossiliensammlung der Universität von Uppsala in Schweden, wo in den 1920er Jahren erste Funde aus China untersucht wurden, lagern heute noch Zähne von Pekingmenschen



GEO-Grafik

Wann die Ahnen des Java- und des Pekingmenschen aus Afrika aufbrachen, ist unbekannt. Ihre Ankunft in China liegt jedenfalls mehr als eine Million Jahre zurück

Nähe von Beijing sind 580 000 bis 280 000 Jahre alt – und an einer anderen chinesischen Grabungsstelle, in Lantian in der Provinz Shaanxi, lebte *Homo erectus* vermutlich schon vor mehr als einer Million Jahren.

Seit 1991 ist ein weiterer Fundplatz hinzugekommen, der die Ausbreitung früher Menschen über Afrika hinaus bezeugt: in Georgien. Unter Leitung des Paläoanthropologen David Lordkipanidze wurde in der mittelalterlichen Ruinenstadt Dmanisi 85 Kilometer südwestlich der Hauptstadt geegraben. Auf 150 Quadratmetern sind dort bislang vier gut erhaltene Schädel sowie vier Unterkiefer zutage gefördert worden, dazu lose Zähne und Teile des Körperskeletts. Ihr Alter: mindestens 1,75 Millionen Jahre. Es handelt sich, so die Deutung der Untersuchungsergebnisse, wahrscheinlich um eine Frühform von *Homo erectus*, vielleicht bei einem der Schädel sogar um einen noch älteren Menschentypus: *Homo habilis* (siehe Seite 58).

Gut ein Jahrhundert, nachdem Eugène Dubois erstmals nach Vorstufen des Menschen gesucht und sie entgegen aller Wahrscheinlichkeit auf Java entdeckt hat, passen seine zunächst isolierten Funde inzwischen gut in das Bild einer ersten Wanderungswelle „out of Africa“, das Paläoanthropologen nach neueren Funden entworfen haben.

Danach entstand vor knapp zwei Millionen Jahren auf dem Schwarzen Kontinent ein hochbeiniger Typ, der wie ein mo-

derner Mensch aufrecht ging und ein Gehirn besaß, dessen Größe zwischen der eines Menschenaffen und des heutigen Menschen lag: *Homo ergaster*. Diese frühen Menschen erfanden den Faustkeil als vielfältig einsetzbares Werkzeug – aber zuvor schon hatten Gruppen von ihnen Afrika über die Landenge von Suez verlassen. Die Funde auf Java und in China bezeugen, dass diese „Auswanderer“ auf der Suche nach Jagdgründen über viele Generationen hinweg weit gekommen sind.

Die Verdienste des Eugène Dubois – des ersten Forschers, der planmäßig nach menschlichen Ahnen geegraben hat, und das mit überragendem Erfolg – sind mittlerweile weitgehend anerkannt. Die Funde in China sowie die späteren Entdeckungen auf Java ließen die meisten seiner Kritiker bald verstummen. Doch dem Niederländer war das nicht genug: Um die vermeintliche Originalität seiner Funde kämpfend, beharrte er zunehmend starrsinniger darauf, dass die später entdeckten Fossilien menschenähnlicher seien als der von ihm gefundene Javamensch – und dass nur dieser die Lücke zwischen Menschenaffen und Menschen schließen könne. Doch bei dieser These mochte ihm kein Wissenschaftler folgen.

Dubois starb 1940, isoliert von allen Größen der Paläoanthropologie – jenes Fachs, dessen Vorreiter er einst gewesen war. □

Wissenschaftlicher Berater: Prof. Günter Bräuer, Biozentrum Grindel und Zoologisches Museum der Universität Hamburg, Abteilung Humanbiologie.

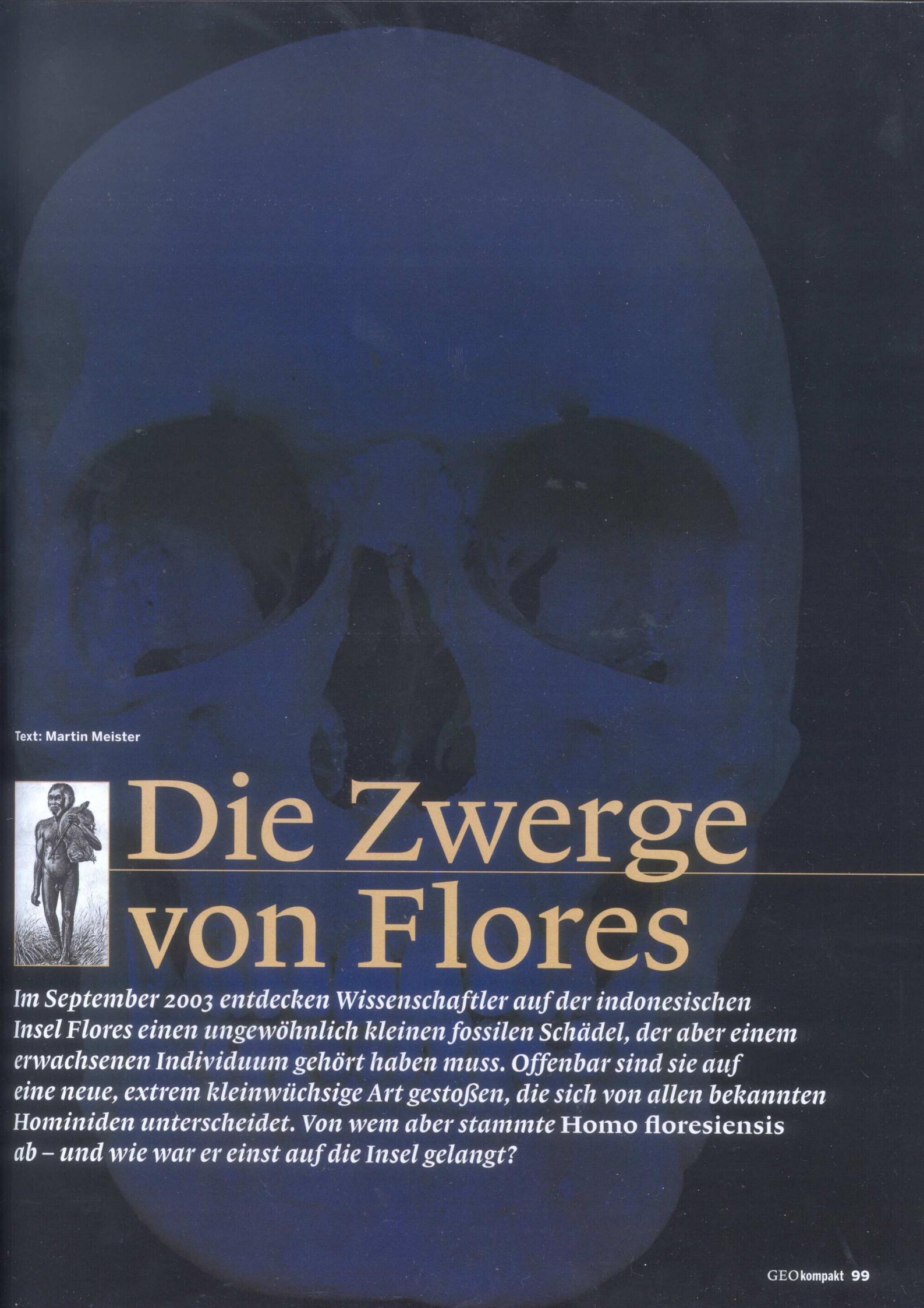
By BrettVormKopf

For boerse.bz

vor 95000 Jahren >>> *homo floresiensis*



Die Überaugenbögen stark ausgeprägt, das Kinn fehlend, die Stirn sehr flach – der kleine Schädel des *Homo floresiensis* unterscheidet sich in vielen Details von dem eines heutigen Menschen (rechts; die Proportionen sind wirklichkeitsgetreu)



Text: Martin Meister



Die Zwerge von Flores

Im September 2003 entdecken Wissenschaftler auf der indonesischen Insel Flores einen ungewöhnlich kleinen fossilen Schädel, der aber einem erwachsenen Individuum gehört haben muss. Offenbar sind sie auf eine neue, extrem kleinwüchsige Art gestoßen, die sich von allen bekannten Hominiden unterscheidet. Von wem aber stammte *Homo floresiensis* ab – und wie war er einst auf die Insel gelangt?

Knapp sechs Meter unter Bodenniveau hielt Thomas Sutikna plötzlich inne. Mehrere Monate lang hatten er und seine Kollegen vom Indonesischen Zentrum für Archäologie bereits im Sektor sieben der Kalksteinhöhle „Liang Bua“ auf der Insel Flores gegraben. Hatten sich Zentimeter für Zentimeter in einem zwei mal zwei Meter breiten Schacht nach unten gearbeitet. Und wieder einmal schimmerten Knochen aus dem dunklen Boden.

Doch diesmal, im September 2003, waren es nicht Knochen von Tieren, sondern un-

verkennbar Überreste einer menschlichen Gestalt.

Die Knochen waren nicht versteinert, sondern weich wie nasses Löschpapier. Sutikna ordnete an, sie zunächst an Ort und Stelle für ein paar Tage trocknen zu lassen und anschließend einige von ihnen, noch im Sediment, mit einem Kleber zu härteten.

Blockweise wurde sodann der Boden mitsamt Knochen ausgestochen und zuerst in einem Labor in Ruteng, im Zentrum des Westteils der Insel, und danach in Jakarta freipräpariert.

So trat schließlich ein Schädel mitsamt Unterkie-

dividuum kein Kind gewesen sein konnte – unter anderem, weil der Zahnwechsel bereits vollständig abgelaufen war.

Es handelte sich also zweifelsfrei um einen Erwachsenen, nach den Beckenknochen zu urteilen wahrscheinlich um eine Frau.

Erstaunlich nur, dass diese kaum mehr als einen Meter groß gewesen war. So groß wie heute ein etwa dreijähriges Kind.

„Als ich das bei meinen Untersuchungen realisierte, fiel mir fast die Kinnlade runter“, erzählt Peter Brown, der führende **Paläoanthropologe** in dem indonesisch-australischen Team. Seine

Holzkohle mit der C14-Methode (siehe Seite 76) auf ein Alter von 18 000 Jahren datiert werden. Damit ist es extrem unwahrscheinlich, dass es mit den mehr als 1,5 Millionen Jahre alten **Australopithecinen** Afrikas in Verbindung gebracht werden kann – zumal diese **Vormenschen** größere Körper und Hirne hatten (siehe Seite 46).

Überdies passen unter anderem die Schädeldicke, das flache Gesicht und die kleinen Backenzähne weitaus besser zur Gattung *Homo*.

• Außer dem Frauenskelett hatte das Grabungsteam in der Höhle die Miniatur-

Von Flusspferden, Wildziegen und anderen Säugetieren auf Inseln ist bekannt, dass sie im Laufe der Generationen Zwergformen ausbilden

fer zutage. Sofort fertigte Sutikna eine Zeichnung davon an, faxte sie an die University of New England in Australien und schrieb an den wissenschaftlichen Leiter der Grabung, den Archäologen Michael Morwood: „Mike, ich glaube, wir haben etwas Wichtiges gefunden.“

Das war keineswegs übertrieben. Außer dem Schädel bargen die Ausgräber auch Rippen, Teile der Wirbelsäule, des Beckens und der Extremitäten eines archaisch anmutenden Menschen.

Zwischen den teils noch miteinander verbundenen Knochen lagen verschiedene Arten von Steinwerkzeugen.

Was den Entdeckern sofort auffiel: Der Schädel war klein, glich dem eines Kindes. Aber schon die erste Untersuchung zeigte, dass das In-

Verblüffung wuchs mit den weiteren Ergebnissen:

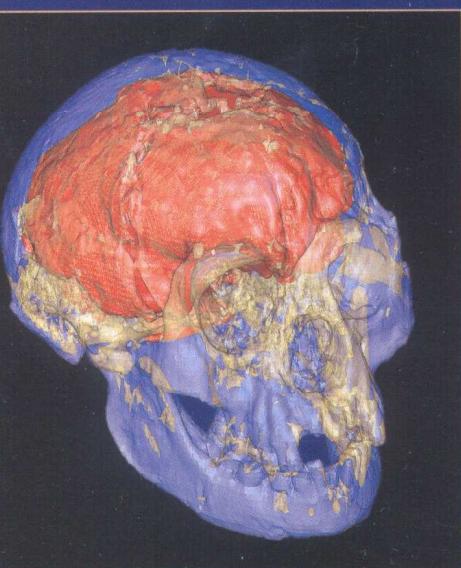
- Das Gehirnvolumen der Flores-Frau war so klein wie bei keinem anderen Menschenartigen. Mit rund 400 Kubikzentimetern (etwa Pampelmusen-Größe) hat es nahezu ein Drittel des Hirnvolumens von *Homo sapiens*. Das aber heißt, dass die Frau sich nicht etwa als „Pygmäin“ deuten lässt.

Denn das Hirn der heutigen kleinwüchsigen Tropenbewohner (Körperlänge: rund anderthalb Meter) ist nicht kleiner als beispielsweise das eines Europäers. Der Grund: Das Körperwachstum wird bei Pygmäen vermutlich erst ab der Pubertät gebremst; dann ist das Hirn schon auf Endgröße gewachsen.

- Das Skelett konnte durch in seiner Nähe gefundene

Knochen (wenn auch keinen Schädel) von sechs weiteren, bislang aber noch nicht näher beschriebenen Individuen geborgen, die zwischen 13 000 und 95 000 Jahre alt sein sollen. Damit wird ein weiterer Erklärungsansatz für die Kleinheit der Flores-Frau unwahrscheinlich: dass es sich um einen Einzelfall von krankhaftem Zwergenwuchs handelt.

- Zwar zeigt der Mini-Schädel Ähnlichkeiten mit *H. sapiens*, doch am ehesten gleichen seine Proportionen denen eines – stark verkleinerten – *Homo erectus* (siehe Seite 86). Diese Menschenart ist sehr variant; zu ihr gehörige, in Asien gefundene Knochen haben ein höchst unterschiedliches Alter; die ältesten bis zu 1,8 Millionen Jahre, die jüngsten, auf der



Das Gehirn von *Homo floresiensis* – hier eine Computer-Rekonstruktion – ähnelt am ehesten dem eines stark verkleinerten *Homo erectus*



Eine Kalksteinhöhle auf der Insel Flores: Hier entdeckten Forscher in rund sechs Meter Tiefe Knochen von Menschen, die als Erwachsene nicht größer wurden als ein dreijähriges Kind von heute. Dennoch waren sie offenbar fähige Jäger und Werkzeugmacher, wie andere Funde zeigen

Insel Java, nahe Flores, womöglich nur 30 000 Jahre. Am stärksten ähnelt der Flores-Fund aber ausgerechnet den 1,8 Millionen Jahre alten Urformen des *H. erectus* in Westasien (etwa den „Dmanisi-Menschen“ Georgiens) und sogar in Afrika.

• Steinwerkzeuge wurden in Liang Bua („Kalte Höhle“) in mehreren Sektoren gefunden – manchmal Tausende pro Kubikmeter, in bis zu 95 000 Jahre alten Schichten.

Die Werkzeuge lassen sich in zwei Gruppen aufteilen: einerseits massive, für den *H. erectus* Südostasiens typische Hack- und Schabegeräte, andererseits feine Abschläge aus Steinknollen, zum Teil weiterverarbeitet zu Sticheln oder zweiseitigen, womöglich auf Lanzen befestigten Schneiden.

Solche Zeugnisse sind eigentlich charakteristisch für *Homo sapiens* – dessen frühestes Skelettnachweis in die-

sem Weltteil jedoch nur rund 50 000 Jahre alt ist (auf Flores sogar nur 11 000 Jahre).

All diese Erkenntnisse verdichteten sich für das Team um Michael Morwood und Peter Brown zu dem Bild eines Menschen, der sich von allen anderen Hominiden unterscheidet. Der zwar wichtige Fertigkeiten des *H. sapiens* besitzt, jedoch anatomisch insgesamt kein *H. sapiens* ist – weder im Standard-, noch im Kleinformat –, sondern am ehesten einem früheren *H. erectus* gleicht. Den altägyptischen und doch fröhreifen Zwerg erklärten die Wissenschaftler daher im Oktober 2004 zu einer neuen Art und nannten sie *Homo floresiensis*.

„Damit allerdings haben wir uns ein Paradox eingehandelt“, sagt Morwood. Denn wie kann es sein, dass ausgerechnet eine Menschenform, deren Gehirnmasse

sich so drastisch zurückentwickelt hat, einen derartigen Innovationsschub bei der Geräteherstellung zustande gebracht hat? Dass der *H. floresiensis* sogar ein erfolgreicher Jäger war? Neben den Steinartefakten hatten die Forscher in der Höhle nämlich auch zahlreiche Knochen von Zwergelefanten und Riesenwaranen gefunden.

Und wie schließlich sollen die kleinen Menschen einstmal auf die Insel gelangt sein?

Zwar ist während der so genannten Weichsel-Eiszeit (vor 115 000 bis 10 000 Jahren) vielerorts im indonesischen Archipel der Meeresboden trocken gefallen, sodass sich zu Fuß von einer Insel auf die nächste wechseln ließ.

Vor Flores jedoch blieb stets ein mindestens drei Kilometer weiter Meeresgraben bestehen. Nur schwimmend, an Stämme geklammert oder gar auf einfachen Flößen

kann *Homo floresiensis* das Eiland erreicht haben. Dafür waren nicht nur Kraft, sondern wohl auch Voraussicht oder Neugier nötig – eine respektable Leistung für das Leichtgehirn.

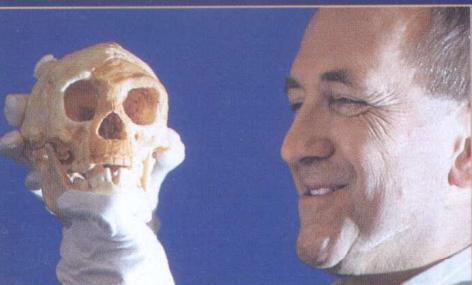
Oder hat womöglich gar nicht *H. floresiensis* selbst den Sprung auf die Insel gewagt? Lange vor ihm nämlich war schon *Homo erectus* hier angekommen, der erste Weltenwanderer der Menschheit. Den Nachweis dafür hat Morwood bereits 1998 anhand von auf Flores gefundenen, 840 000 Jahre alten Fossilien erbracht. Seine kontinuierlichen Grabungen seither hatten das Ziel, die Geschichte des *H. erectus* auf der Insel fortzuschreiben.

Das tut der Forscher seit dem Fund von Liang Bua nun in einer für ihn selbst völlig unerwarteten Weise: mit der Verzweigungs-Hypothese.

Denn von vorsintflutlichen Flusspferden auf Zypern, von Wildziegen auf Mallorca und einigen anderen Insel-Säugetieren ist bekannt, dass sie im Laufe vieler Generationen zur Bildung von Zwergformen neigen – wie beispielsweise auch die Elefantengattung Stegodon auf Flores.

Paläoökologen erklären diese Tendenz mit zwei Ursachen: Zum einen fehlen auf Inseln nicht selten jene Feinde, die sich anderswo schon durch schiere Größe beeindrucken lassen. Zum anderen verfügen Inseln oft über ein beschränktes Nahrungsangebot; geringer Energie- und Süßwasserbedarf kann hier also zu einem Vorteil werden.

Morwood, Brown und ihre Teamkollegen halten es für möglich, dass auch *H. erec-*



Größenvergleich: Ein Anthropologe präsentiert das Schädelmodell des Zwergenmenschen

Bilder vom Schädelinneren des *H. floresiensis* erzeugt und mit entsprechenden Bildern unterschiedlicher **Hominiden** verglichen. Auch die Möglichkeit einer krankhaften Hirnverkleinerung – von manchen Wissenschaftlern als Erklärung für den Zwergwuchs in die Diskussion gebracht – wurde dabei noch einmal beleuchtet.

Dafür zogen die Forscher das Hirnbild einer Frau von heute heran, die von Sekundärer Mikrocephalie betroffen ist – einer vor der Geburt zum Beispiel durch Infektion oder chemische Substanzen ausgelösten Wachstumsstörung von Kopf und Hirn.

nachweisen, dass die gefundenen Knochen „nur“ zu *Homo sapiens* gehören.

Dazu entwirft er ein zwar unwahrscheinliches, aber mögliches Szenario: Bei den Individuen aus der Kalten Höhle habe es sich eben doch um eine Pygmäenpopulation gehandelt, und zwar von *H. sapiens* – nur dass obendrein eines der Individuen (der Schädfund) an Sekundärer Mikrocephalie erkrankt gewesen sei. Die so sorgsam herausgearbeitete *Homo-erectus*-Ähnlichkeit wäre demnach nichts als pathologische Verzerrung.

Allerdings ist Jacob bereit, seine These öffentlich

es einem Forschungsgast vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig mitgegeben (siehe Seite 120).

Dort soll nun eine **DNS-Analyse** erwiesen, ob die kleinen Menschen auch in ihrem Genom noch die nahe Verwandtschaft zum *Homo erectus* zeigen. Lässt sich dies nicht erhärten, bekäme Jacobs Hypothese von dem *Homo-sapiens*-Pygmäen mit dem Schrumpfhirn etwas mehr Gewicht. Allerdings könnte die Probe durch den Kontakt mit heutigen Menschen, etwa deren **DNS** im Speichel,

Zwar war das Gehirn des Zwergenmenschen geschrumpft, doch erwiesen sich die Nervenbahnen als in hohem Maße verschaltet – eine Voraussetzung für Intelligenz

tus auf Flores dem Verkleinerungstrend unterlag, wobei sich sein Körperbau und Verhalten so veränderten, dass eine neue Art entstand.

Deren Gehirn war zwar geschrumpft, dessen Nervenbahnen blieben aber in hohem Maße verschaltet – das ist neben einer kritischen Masse an Nervenzellen eine wichtige Voraussetzung für Intelligenz.

Dabei sind für das Denken entscheidende Hirnareale (Stirn- und Schläfenlappen) in einer Form erhalten geblieben, die am ehesten der von *H. erectus* gleicht. Dies hat die Forschergruppe in einer neuen wissenschaftlichen Publikation zusammen mit amerikanischen Experten nachgewiesen.

Für diese Veröffentlichung wurden virtuelle 3-D-

Ergebnis: Der virtuelle Schädelabguss dieser Patientin unterschied sich noch stärker als alle anderen Abgüsse von dem des *Homo floresiensis*.

Diese Erkenntnis war den australischen Entdeckern besonders wichtig. Denn obwohl führende Wissenschaftler in aller Welt ihre Publikation mit großer Anerkennung aufgenommen hatten, war es ausgerechnet in ihrer Heimat zu heftigen Auseinandersetzungen mit Fachkollegen gekommen – und auch in Indonesien.

Dort ist der bedeutendste Paläoanthropologe des Landes der Hauptponent der Forscher in Flores: Teuku Jacob von der Gadjah-Mada-Universität in Yogyakarta.

Jacob, der an der Grabung nicht beteiligt war, möchte

zurückzuziehen, sollten sich mehrere Mikroschädel finden. Das Wort des studierten Mediziners gilt etwas in Indonesien. Schon als junger Mann wurde er durch seinen öffentlichen Widerstand gegen die damalige holländische Kolonialverwaltung zu einer Berühmtheit. Und natürlich sind seine Kontakte zum Indonesischen Zentrum für Archäologie in Jakarta ausgezeichnet.

So kam es, dass die dort offiziell deponierten Zwerg-Fossilien Anfang November 2004 an Jacob übergeben wurden – was höchst ungewöhnlich ist.

Drei Monate später gab Jacob die meisten der kostbaren Fossilien zwar wieder zurück – zuvor jedoch hatte er ein Scheibchen aus einer der Rippen entnommen und

verunreinigt worden sein. Oder das alte Erbmaterial in ihr ist schlicht zerfallen.

Michael Morwood ist derweil weiter in Indonesien unterwegs – die Ähnlichkeit der Zwerge von Liang Bua zum *Homo erectus* steht für ihn auch ohne Gen-Nachweis fest. Während seine indonesischen Partner in der Höhle auf Flores weiterarbeiten, zieht er über die Nachbarinseln Lombok und Java auf der Suche nach weiteren Fundplätzen für Werkzeuge oder Knochen aus dem Zeitalter des *H. erectus*.

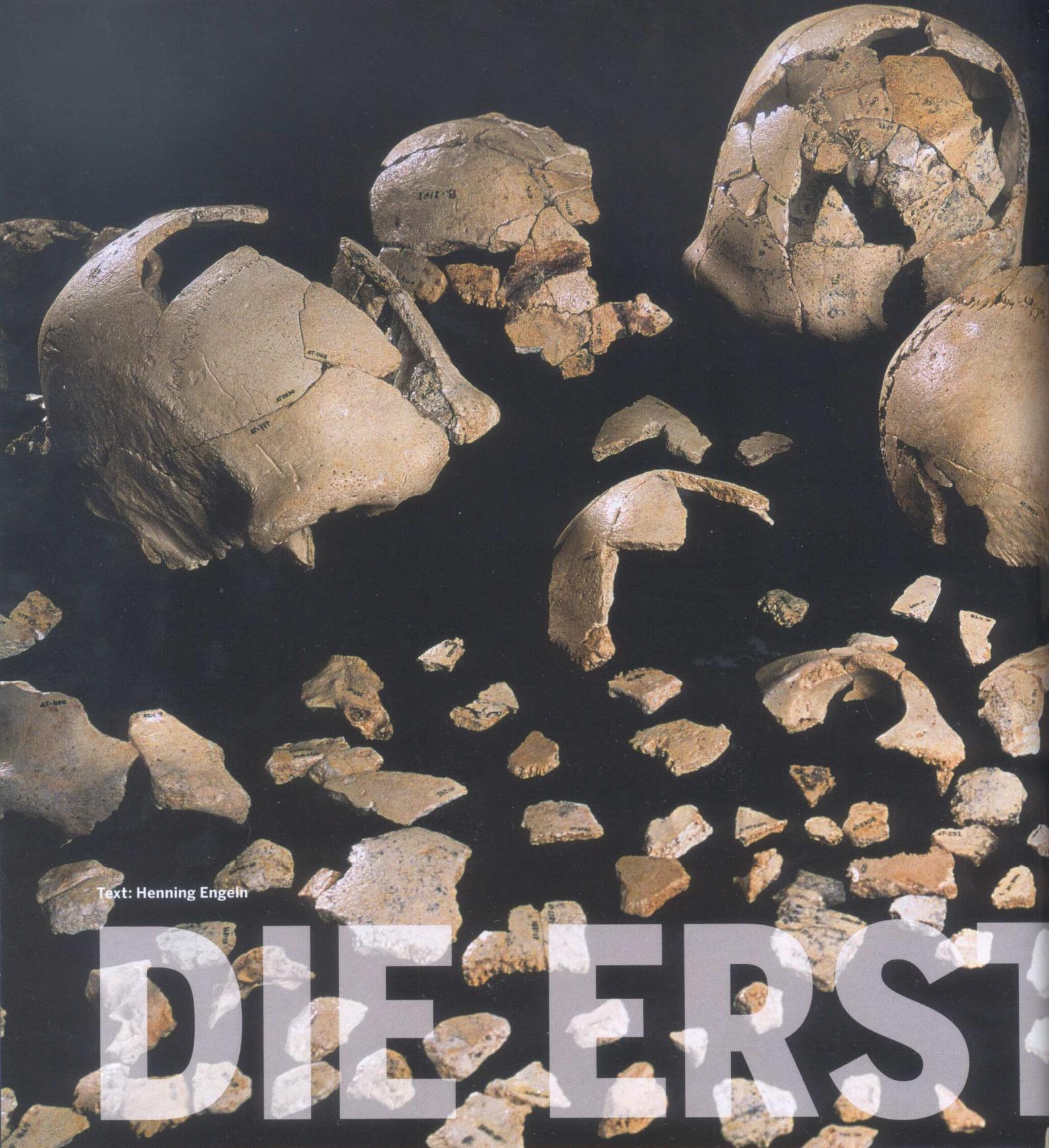
Denn nun ist Morwood entschlossen, jenen Urahn des *Homo floresiensis* zu finden, der einst zum Sprung über das Meer ansetzte.

Martin Meister, 44, ist Geschäftsführender Redakteur von GEO und GEO kompakt.

By BrettVormKopf

For boerse.bz

vor 780 000 Jahren >>> besiedelung europas



Text: Henning Engeln

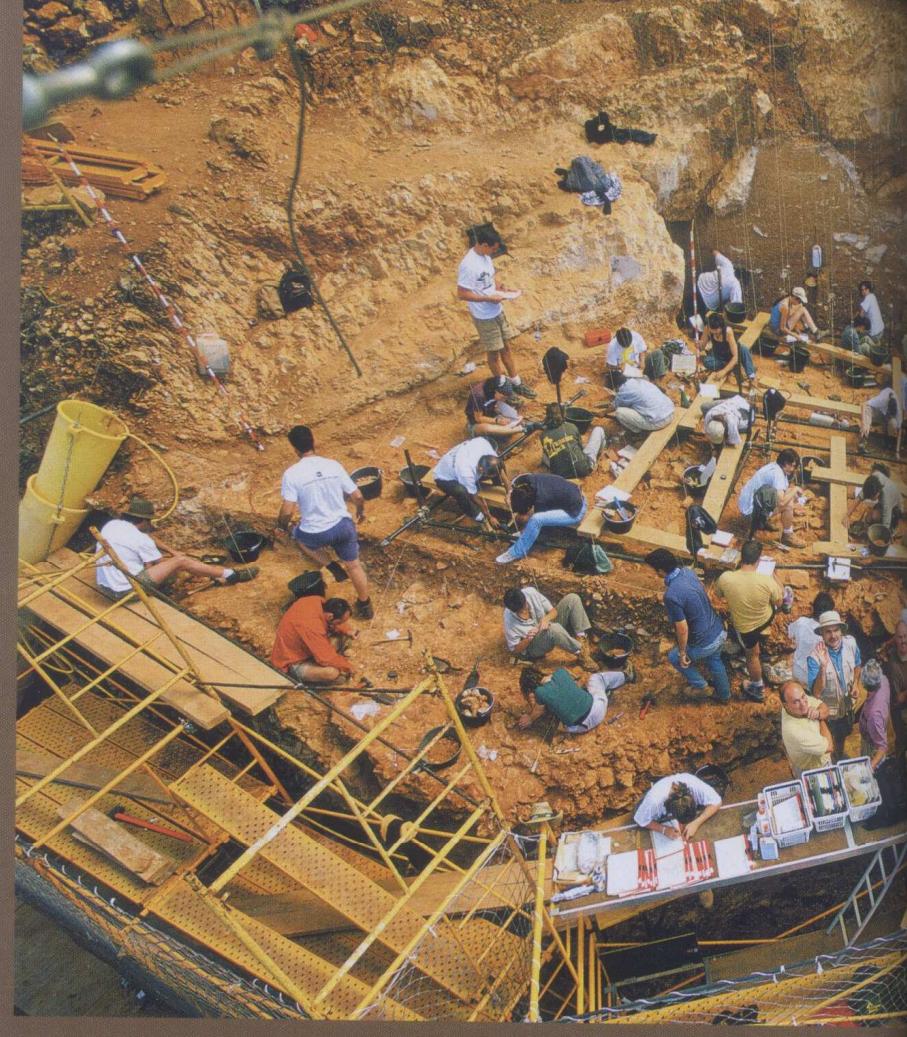
**Wann gelangten die ersten Menschen auf unseren Kontinent?
Und wie sahen sie aus? Paläoanthropologen haben in einem
Höhlensystem in Nordspanien Fossilien dieser Pioniere gefunden.
Sie waren deutlich zahlreicher als erwartet – und sehr viel älter**

Sima de los Huesos, »Erdspalte der Knochen«, haben Forscher einen Graben genannt, auf den sie in der Sierra de Atapuerca nahe der nordspanischen Stadt Burgos gestoßen sind. Darin lagerten rund 2500 menschliche Gebeine, darunter zahlreiche Schädel. Für Vorgeschichtler der Beweis für einen enormen kulturellen Fortschritt: Vermutlich haben Urmenschen der Art *Homo heidelbergensis* diesen Ort als Friedhof genutzt



Jedes Jahr im Juni und Juli zieht es Forschergruppen aus Madrid und Tarragona in eine wenig besiedelte Gegend rund 200 Kilometer nördlich der spanischen Hauptstadt und 15 Kilometer östlich der Stadt Burgos. Ihr Ziel: die sanft geschwungenen Hügel der Sierra de Atapuerca, deren höchster Gipfel sich 1079 Meter über den Meeresspiegel erhebt. Was die **Paläoanthropologen** dorthin lockt, ist eine Formation von Kalksteinhöhlen, die Europas reichhaltigste Fundstätten an menschlichen Fossilien beherbergt. Hier findet sich der Schlüssel, um die früheste Besiedlungsgeschichte unseres Kontinents zu verstehen.

Schon seit mehr als 20 Jahren suchen die Spanier in der Sierra nach Spuren von **Urmenschen**. Doch so aufregend



An manchen der Urmenschenknochen ist das Fleisch sorgfältig abgeschabt worden: Offenbar gab es unter den frühen Europäern auch Kannibalen

wie im Juli 1994 wird es vermutlich nie wieder werden. Damals gruben die Forscher in einer der Höhlen Knochen des vermutlich ältesten bislang bekannten Europäers aus – des *Homo antecessor* (etwa: der „Vorgänger“) – und erweiterten damit die Besiedlungsgeschichte des Kontinents auf einen Schlag um mehrere hunderttausend Jahre.

Das Gestein dieser geologischen Schatzkammern hatte sich bereits vor mehr als 65 Millionen Jahren als Sediment am Boden eines flachen Sees geformt. Die gleichen tektonischen Kräfte, die auch die Pyrenäen auftürmten, drückten es zur Sierra de Atapuerca empor; Wasser wusch im Lauf von Jahrtausenden Hohlräume aus dem Kalkstein.

Weil die Formation an einer Passage liegt, die – flankiert von höheren Bergen – die Ebenen der Flüsse Ebro und Duero miteinander verbindet und daher von unterschiedlichen Ökosystemen mit einer großen Artenvielfalt umgeben ist, boten ihre Höhlen den Urmenschen günstige Lebensbedingungen.

Mehr als 800 000 Jahre lang suchten – so haben Funde ergeben – prähistorische Einwohner deshalb in ihnen immer wieder Schutz und Unterkunft.

Davon allerdings ahnte im Jahr 1896 niemand etwas, als ein britischer Unternehmer 1500 Arbeiter anheuerte, um für seine Sierra Company Limited eine Eisenbahnlinie zum Transport von Kohle und Eisenerz zu verlegen. Die Trasse führte

auch durch die Sierra de Atapuerca, und dabei offenbarte sich schon bald ein ausgedehntes Höhlensystem.

Als die Arbeiter Teile eines Hügels abtrugen, schnitten sie eine mit Sedimenten gefüllte Höhle an, die später als „Gran Dolina“ berühmt wurde. Doch es sollten noch fast 100 Jahre vergehen, bis der Schatz, der in den Tiefen ihrer 18 Meter mächtigen Sedimentschichten lag, geborgen werden konnte. Zunächst, 1910, stießen Forscher in anderen Teilen des Komplexes auf bronzezeitliche Relikte und Höhlenmalereien, später, zu Beginn der 1960er Jahre, auch auf fossile Tierknochen.

Das erste menschliche Relikt wurde in einer Spalte gefunden, die Hunderte Meter von Gran Dolina entfernt liegt und heute den Namen „Sima de los Huesos“ („Erdspalte der Knochen“) trägt: eine 13 Meter tiefe Enge mit senkrechten Wänden, die ebenfalls während des Eisenbahnbaus entdeckt worden war. Dort suchte 1976 ein Bergwerksingenieur nach Fossilien von Höhlenbären, als er plötzlich einen uralten menschlichen Unterkiefer in der Hand hielt.

Behutsam werden die uralten

Menschenknochen von anhaftendem

Erdreich befreit. Seit 1981 arbeiten sich die Forscher Meter um Meter und Schicht für Schicht durch die Sedimente von Gran Dolina, einer Höhle in der Kalksteinformation Sierra de Atapuerca. 1985 fanden sie zahlreiche steinerne Artefakte. Neun Jahre später kamen dann die ersten Urmenschenknochen ans Licht

In den Kalksteinhöhlen der Sierra de Atapuerca, 200 Kilometer nördlich von Madrid, haben die frühen Europäer Zuflucht gesucht. Und das über sehr lange Zeit: Meterhohe Sedimentschichten darin bergen menschliche Gebeine aus mehreren Jahrhunderttausenden (links). Entdeckt worden sind diese Höhlen vor über 100 Jahren, beim Bau einer Eisenbahnstrecke (unten der Verlauf einer Trasse)



Otto Karl Friedrich Schoetensack als *Homo heidelbergensis* beschrieben worden.

Parallel zu den Arbeiten in der „Knochenspalte“ wühlten sich die Forscher weiter durch die Sedimente von Gran Dolina. 1978 hatten sie mit der Kartierung und 1981 mit Grabungen begonnen. 1985 waren erste Steinwerkzeuge in einer jüngeren Schicht aufgetaucht, die auf eine menschliche Besiedelung der Höhle schließen ließen. Immer tiefer gruben sich die Paläoanthropologen durch die Sedimente in die Vergangenheit.

Am 6. Juli 1994 schließlich kamen menschliche Fossilien zum Vorschein: Zähne, der Teil eines Schädelknochens und das Bruchstück eines Unterkiefers mit zwei Zähnen und einem durchbrechenden Weisheitszahn – sie hatten einem 14-Jährigen gehört. Danach fanden die Forscher Knochenbruchstücke eines Zehnjährigen und die Überreste von vier weiteren Individuen sowie Steinwerkzeuge. Bei der Begutachtung der Fossilien machten die Paläoanthropologen eine grausige Entdeckung: Schnittmarken zum Beispiel an einem Schädel und zwei Fingergliedern bezeugen, dass das Fleisch von den Knochen geschabt worden war; die Toten waren, so glaubten die Spanier, Opfer von Kannibalen geworden.

Als noch aufregender aber erwies sich eine andere Erkenntnis. Zwei Mitarbeiter des Instituts für Geowissenschaften

in Barcelona hatten die magnetische Orientierung in den Sedimentschichten gemessen und festgestellt, dass sie in den unteren Lagen – die auch die neuen Relikte enthielten – anders herum gepolt war als weiter oben (siehe Seite 76).

Das bedeutete: Damals muss das Magnetfeld der Erde entgegengesetzt orientiert gewesen sein. Das letzte Mal hat das irdische Magnetfeld vor 780 000 Jahren seine Richtung gewechselt (siehe GEO kompakt Nr. 1). Also müssen die Menschen von Gran Dolina vor dieser Zeit gelebt haben – und damit um Jahrhunderttausende früher als alle bis dahin bekannten europäischen Vorfahren.

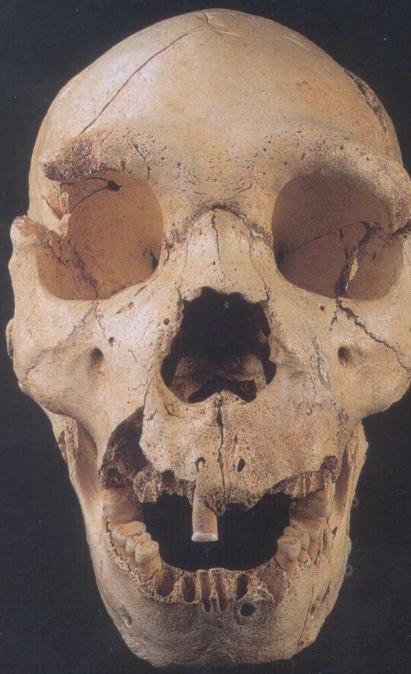
Wie aber sahen diese ersten Bewohner Europas aus, wie haben sie gelebt und welche Fähigkeiten besaßen sie? Nach den Analysen der spanischen Paläoanthropologen unterscheiden sich die Fossilien von Gran Dolina deutlich von jenen Urmenschen der Art *Homo erectus* in Asien, die zur gleichen Zeit gelebt haben, zeigen jedoch gewisse Ähnlichkeiten mit jüngeren europäischen Funden. Sie besaßen kräftige, geschwungene Überaugenwülste, eine niedrige Stirn und robuste Zähne. Das Gehirnvolumen lag bei gut 1100 Kubikzentimetern (heute im Durchschnitt 1400 ccm), und der Knochenbau lässt vermuten, dass es sich um sehr kräftig gebaute, muskulöse Typen handelte.

Alles in allem zeigen sie so viele Eigenheiten, dass die Spanier 1997 beschlos-



Die Fundstelle erwies sich als überaus reichhaltig: Im Lauf der Jahre gruben die Forscher rund 2500 Knochenbruchstücke von mindestens 33 menschlichen Individuen aus. Deren Alter liegt bei rund 300 000 Jahren – zur Zeit der ersten systematischen Grabungskampagne von 1988 bis 1991 passte diese Altersangabe gut in die bis dahin bekannte europäische Fundgeschichte.

Denn als ältestes Relikt eines Europäers galt damals ein in der Nähe von Heidelberg gefundener Unterkiefer, der auf ein Alter von rund 600 000 Jahren datiert worden war. Dieser Kiefer war 1907 von Arbeitern in einer Kiesgrube entdeckt und von dem Paläoanthropologen



1992 fanden Wissenschaftler einen hervorragend erhaltenen Schädel. Er lieferte entscheidende Hinweise darauf, wie die nordspanischen Urmenschen vor 300 000 Jahren ausgesehen haben könnten: Über den Augen wölbten sich mächtige Augenbrauenwülste, darunter saß eine große Nase; die untere Gesichtshälfte stand hervor und endete in einem fliehenden Kinn

Aus etwa 300 000 Jahre alten fossilen Knochenstücken von mehreren Individuen, gefunden in dem Höhlensystem, setzten Forscher ein Skelett zusammen, das ihnen

Hinweise auf den Körperbau des Menschen aus der frühen Steinzeit geben soll:

Danach war dieser Europäer vermutlich 1,75 Meter groß, robust und kräftig, hatte ein breites Becken und breite Schultern



sen, sie unter dem Namen *Homo antecessor* einer eigenen Art zuzuordnen (was bislang allerdings nicht alle Kollegen akzeptieren).

Die frühen Bewohner des heutigen Spanien lebten in einer Zeit, in der warmes Klima herrschte, wie Wissenschaftler herausgefunden haben, die über Pollenanalysen die Pflanzenwelt von damals rekonstruierten konnten. Die Menschen trafen auf eine reichhaltige Tierwelt: auf Bären, Pferde, Hyänen, Luchse, mehrere Hirscharten, Marmeläuse, Wildschweine und eine heute ausgestorbene Elefantenart. Die Urmenschen jagten junge Pferde und Hirsche oder suchten nach verendeten Tieren. Deren Kadaver öffneten und zerlegten sie mit einfachen

Steinwerkzeugen, zerschlugen mit dicken Steinen große Röhrenknochen, um an das nahrhafte Mark zu gelangen, und schlepten manchmal ganze Gliedmaßen ihrer Beute in die Höhlen.

Das Steinmaterial für ihre Werkzeuge fanden die Menschen im nahe gelegenen Fluss Arlanzón. Allerdings stellten sie nur sehr simple Geräte her, indem sie von den Steinen Bruchstücke abschlugen, die sie nur wenig nachbearbeiteten. Das verwundert die Paläoanthropologen, denn in Afrika war die Werkzeugkultur zu jener Zeit schon weiter fortgeschritten: Dort gab es bereits den typischen Faustkeil, dessen älteste Varianten in Äthiopien gefunden und auf ein Alter von etwa 1,4 Millionen Jahren datiert worden sind (siehe Seite 138).

Dennoch vermuten die Forscher auch den Ursprung der Bewohner von Gran Dolina in Afrika, da sie anatomische Ähnlichkeiten zum *Homo ergaster* zeigen (siehe Seite 86). Aus dieser Menschenform könnte sich – noch auf dem Schwarzen Kontinent – der *Homo antecessor* entwickelt haben und dann vor rund einer Million Jahren nach Europa vorgedrungen sein. Allerdings müsste diese Entwicklung geographisch getrennt von jenen Menschenpopulationen verlaufen sein, die den Faustkeil erfanden. Anders ist kaum zu erklären, weshalb die frühen Europäer noch die ältere Werkzeugtechnik nutzten.

Was aber ist aus diesen ersten Siedlern in der Sierra de Atapuerca geworden? Die spanischen Paläoanthropologen glauben die Antwort zu wissen: Die Ureuropäer könnten sich zu jenen Bewohnern weiterentwickelt haben, deren Überreste in der „Knochenspalte“ gefunden worden sind. Sie gehören einer Menschenart an, die viele Forscher heutzutage als *Homo heidelbergensis* bezeichnen – nach jenem ersten Fund bei Heidelberg (andere Wissenschaftler freilich sehen in ihnen die europäische Variante des *Homo erectus*).

Inzwischen ist die Existenz des *Homo heidelbergensis*, der in Europa vor rund 600 000 bis 200 000 Jahren daheim war, durch eine ganze Reihe von Funden aus Großbritannien, Deutschland, Frankreich, Ungarn, Griechenland und eben Spanien belegt. In Südeuropa etwa entdeckten

Paläoanthropologen 1993 den „Boxgrove Man“. Die etwa 500 000 Jahre alten Relikte des Mannes – ein Schienbein und zwei Zähne – lassen auf einen kräftig gebauten Typen schließen, der zu Lebzeiten wohl rund 1,80 Meter groß und rund 85 Kilogramm schwer war.

Auch der bei Heidelberg gefundene Unterkiefer des Ur-*Homo-heidelbergensis* deutet auf einen großen, robust gebauten Menschenschlag. Das bezeugen ebenfalls Funde aus Petralona in Griechenland, aus Arago in Südfrankreich sowie die Relikte aus der „Knochenspalte“ in Atapuerca.

Ganz sicher waren diese frühen Europäer Jäger, die es wohl hauptsächlich auf größeres Wild abgesehen hatten. Das beweisen unter anderem die perfekt gebauten Wurfspeere von Schöningen, die inmitten einer abgeschlachteten Pferdeherde lagen (siehe Seite 110).

Bei Bilzingsleben im nördlichen Thüringen haben Forscher zudem die rund 370 000 Jahre alten Überreste eines Siedlungsplatzes entdeckt, der Licht auf die Welt der damaligen Urmenschen wirft. Diese hatten ihre Siedlung am Rande eines Sees und nahe einer Quelle angelegt und vermutlich drei Hütten mit Wänden aus geflochtenen Zweigen und Ästen errichtet. Verschiedene Arbeitsbereiche dienten offenbar zur Herstellung

Die frühen Spanier siedelten in einer Zeit, als im Süden Europas ein angenehm warmes Klima herrschte. In dem Bären, Pferde, Hyänen, Luchse und Hirsche heimisch waren – und bereits von den Menschen gejagt wurden

von Werkzeugen aus Stein und Knochen, zum Zerlegen von Tieren oder zur Bearbeitung von Holz.

Rätselhaft ist ein mit Steinen und Knochenstücken gepflasterter Platz im Südosten des Lagers. Die Ausgräber vermuten, es könnte sich dabei um einen Ort für rituelle Handlungen gehandelt haben. Das würde bedeuten, dass sich die frühen Europäer bereits geistig mit ihrer Umwelt auseinandergesetzt haben. Sie besaßen, so vermuten die Forscher, eine Kultur, die Fähigkeit für symbolisches Denken und planvolles Handeln sowie eine Sprache.

Auch die spanische Fundstätte in der Sima de los Huesos liefert erstaunliche Hinweise. Denn es ist absolut ungewöhnlich, Skelettreste von 33 Individuen an einer Stelle zu finden. Die Wissenschaftler nehmen deshalb an,

es handele sich um eine Begräbnisstätte. Offenbar waren die Toten mit Absicht in die „Knochenspalte“ geworfen worden – möglicherweise, um die sterblichen Überreste vor Raubtieren zu bewahren oder um sie loszuwerden.

Trifft diese Interpretation zu, bedeutet das: Die damaligen Bewohner der Sierra de Atapuerca haben sich bereits Gedanken über die Verstorbenen gemacht – eine überraschende Weiterentwicklung gegenüber ihren primitiveren Vorgängern der Art *Homo antecessor*.

Ob sich der *Homo heidelbergensis* in Europa tatsächlich aus den „Kannibalen“ von Gran Dolina entwickelt hat, wie es die spanischen Forscher annehmen, ist allerdings umstritten. Zu groß ist die Lücke im Alter der Urmenschenrelikte zwischen den beiden Fundstellen in der Sierra de Atapuerca, zu wenig aussagefähig sind die



Als Sensation erwiesen sich diese 1994 in der Höhle Gran Dolina ausgegrabenen 780 000 Jahre alten Skelettreste. Sie gehören zu dem vermutlich ältesten Bewohner Europas. Die Anatomie von dessen Skelett – zum Beispiel kräftige Überaugenwülste, niedrige Stirn und robuste Zähne – weicht so sehr von der anderer Urmenschen ab, dass die Entdecker ihn einer eigenen Art zuordnen, dem *Homo antecessor*

Knapp 800 000 Jahre alt und glänzend erhalten: ein Zahn aus der Gran-Dolina-Höhle. Er gibt Hinweise darauf, wie sich die frühen Europäer ernährten, nämlich sowohl von pflanzlicher wie von tierischer Kost. Die Knochen ihrer Beutetiere zerschlugen sie mit Steinen, um an das nahrhafte Mark zu kommen



Tod aus der Distanz

Schon vor 400 000 Jahren erlegten Europäer ihre Beute mit Wurfspeeren

Als der Archäologe Hartmut Thieme im Herbst 1995 in der Braunkohlengrube von Schöningen bei Helmstedt drei perfekt erhaltene hölzerne Speere entdeckte, war ihm die Besonderheit seines Fundes sofort klar. Schon das Alter der Speere – wie sich herausstellte: rund 400 000 Jahre – übertraf bei weitem das aller bis dahin bekannten Waffenrelikte aus Holz. Es handelte sich um die bislang ältesten vollständig erhaltenen Jagdwaffen der Welt. Doch das war noch nicht alles.

In den darauffolgenden Jahren gruben Thieme und seine Mitarbeiter vom Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege in Hannover die Überreste von fünf weiteren der zumeist aus Fichtenstämmchen gefertigten Geräte aus. Sie alle haben ihren Schwerpunkt im vorderen Drittel des Schaftes, sind also Wurfspeere. Die Urmenschen jener Zeit waren demnach nicht mit simplen Stoßlanzen zur Jagd gezogen, sondern mit hochwirksamen Distanzwaffen, die Wild auf eine Entfernung von 15 bis 20 Metern töten konnten. Wie effektiv die Speere flogen, zeigten die von Heidelberger Sportwissenschaftlern in Auftrag gegebenen Nachbauten der Wurfgeräte: Im Test konnten sie sich durchaus mit heutigen Hochleistungsspeeren messen.

Auch welches Wild die frühen Jäger damals erlegt haben, konnten Hartmut Thieme und sein Team anhand Tausender Knochenreste minutiös rekonstruieren – und damit auch ein erstaunliches Geschehen: Einer ganzen Herde Wildpferde müssen die Urmenschen am Rand eines Sees aufgelauert und dann ihre Speere auf die überraschten Tiere geschleudert haben. Mindestens 20 von ihnen wurden getötet.

Für Hartmut Thieme ist daher klar: Die Jäger der Vorzeit kannten die Verhaltensmuster der Pferde ganz genau; die Jagd musste detailliert geplant und sorgfältig vorbereitet worden sein; und der gesamte komplexe Ablauf ist sicherlich ohne differenzierte Sprache kaum möglich gewesen. Das Erlegen so vieler Tiere spricht zudem, so der Hannoveraner Archäologe, für Vorratshaltung und eine Planung in die Zukunft. All dies sind Fähigkeiten, die Forscher den Steinzeitmenschen vor 400 000 Jahren bis dahin kaum zugetraut hatten.

Ein Rätsel aber bleibt: Weshalb ließen die Jäger ihre intakten Speere in den Pferdestücken zurück? Für Thieme gibt es nur eine sinnvolle Erklärung: Die Urmenschen müssen bereits rituelle Vorstellungen gehabt haben und ließen die todbringenden Waffen liegen, um den Geist der Tiere zu versöhnen und künftiges Jagdunglück zu vermeiden.

Schädelreste aus der Gran-Dolina-Höhle, die zudem zu einem noch nicht erwachsenen Individuum gehört haben. Und: Bislang sind nirgendwo sonst Überreste von *Homo antecessor* gefunden worden.

Weitere Gegenargumente gründen sich auf Spuren in Afrika: Auch dort gibt es Fossilien, die dem Heidelberger Typus entsprechen – zum Beispiel einen 600 000 Jahre alten Schädel aus Bodo, Äthiopien.

Daher glauben viele Paläoanthropologen, auch *Homo heidelbergensis* habe sich zuerst in Afrika aus der dortigen Form des *Homo erectus* entwickelt und sei dann nach Europa vorgedrungen. Dann wäre *Homo antecessor* lediglich ein fehlgeschlagener

erster „Ausflug“ einer früheren afrikanischen Menschenform nach Europa gewesen, die verschwand und keine Nachkommen hinterließ – quasi ein „Irrläufer“ der menschlichen Evolution.

Weniger Streit gibt es um die Frage, was aus *Homo heidelbergensis* geworden ist. Ziemlich einhellig vermuten die Forscher, er habe sich zum Neandertaler entwickelt, dessen Relikte aus einem vor etwa 200 000 Jahren beginnenden Zeitraum weithin in Europa gefunden worden sind (siehe Seite 122).

Auch Neandertaler haben wohl in den Höhlen der Sierra de Atapuerca Zuflucht gesucht – und später hat auch der mo-



Im Jahre 1995 grub der Archäologe Hartmut Thieme in der Nähe von Helmstedt glätte Fichtenstämmchen aus. Sie erwiesen sich als Überreste 400 000 Jahre alter Speere; einer war sogar vollständig erhalten. Der Fund belegt, was bis dahin die Fachwelt den Menschen aus jener Zeit nicht zuge- traut hätte: Sie nutzten bereits Waffen, mit denen sie flüchtige oder gefährliche Tiere auf 20 Meter Entfernung erlegen konnten

derne *Homo sapiens* dort gelebt. Spuren menschlicher Besiedelung sind an diesen Orten sogar noch aus den Anfängen der Bronzezeit vor 3800 Jahren nachgewiesen worden.

Danach haben die Menschen offen- bar bessere Wohnmöglichkeiten gefunden, die Höhlen verlassen und den Ort nahezu vergessen. Bis Richard Preece Williams auf die Idee kam, eine Eisenbahnlinie durch die Sierra de Atapuerca zu treiben und damit dieses Welterbe der Menschheit aus dem Schatten der Vergangenheit riss. □

Wissenschaftliche Beratung:
Dr. Jörg Orschiedt, Archäologisches
Institut der Universität Hamburg.

DIE GALERIE DER AHNEN



Fotos: Thomas Ernsting

Nur wenige Knochenreste, darunter Schädel, Zähne, Unterkiefer oder Teile davon, zeugen von unseren Vorzeit-Verwandten. Anhand solcher Fundstücke haben Wolfgang Schnaubelt und Nina Kieser vom Atelier »Wildlife Art« im Rahmen eines von GEO geförderten Projekts des Hessischen Landesmuseums in Darmstadt die wichtigsten Vertreter der menschlichen Evolution rekonstruiert. Dabei haben sie Hauttönung, Behaarung und andere Details so gestaltet, wie es die Darmstädter Wissenschaftler für wahrscheinlich halten



DER »NUSSKNACKER«

Paranthropus boisei, Ostafrika,
lebte vor 2,1 bis 1,1 Mio. Jahren

»Boises Nebenmensch«, so die Übersetzung seines wissenschaftlichen Namens (siehe Seite 14 und 70), könnte den frühesten Vertretern der Gattung *Homo* in seiner Heimat begegnet sein. Mit gewaltigen Kaumuskeln, die an einem Knochenkamm auf dem Schädel ansetzten, und riesigen Backenzähnen konnte er härteste Samen knacken. Dennoch ist auch dieser letzte Vertreter der »robusten« *Australopithecinen* ausgestorben, ohne Stammvater einer Menschheitslinie geworden zu sein – soviel man zumindest heute weiß.



VIEL AFFE, ETWAS MENSCH

Australopithecus anamensis,

Ostafrika, vor 4,2 bis 3,9 Mio. Jahren

Der »Südaffe am See« (*anam* ist das Turkana-Wort für See) kombinierte affen- und menschenähnliche Eigenschaften: Der Schädel erinnert an Menschenaffen, die Jahrtausende früher lebten. Dagegen weist besonders das Schienbein ähnliche Merkmale wie bei der viel später erscheinenden Gattung *Homo* auf. Dieser Australopithecus konnte wohl schon aufrecht gehen



GEJAGTER STATT JÄGER

Australopithecus africanus, Südafrika,

vor mehr als 3 bis 2,3 Mio. Jahren

Der »afrikanische Südaffe« zählt wie die Australopithecus-Arten links wegen seines relativ leichten Körperbaus, speziell des Schädels und des Gebisses, zu den »grazilen« Australopithecinen. Er lebte in den lichten Waldgebieten des heutigen Südafrika. Da er nicht schnell laufen konnte, flüchtete er vor Raubtieren auf die Bäume. Spuren an einem kindlichen Schädel lassen vermuten, dass dieses »Kind von Taung« Opfer eines Greifvogels geworden ist

HOMINIDE MIT FAMILIE

Australopithecus afarensis,

Ostafrika, vor 3,9 bis 3 Mio. Jahren

»Lucy«, die als Urahnnin der Hominiden gilt, war ein »Südaffe« aus der äthiopischen Region Afar. Von den wohl ursprünglich 207 Knochen ihres Skeletts wurden 47 geborgen. Anderswo fanden sich Relikte von mindestens 13 Individuen – die »erste Familie«. Und 69 Fußabdrücke in Tansania bezeugen unzweifelhaft den aufrechten Gang des *Australopithecus afarensis*



Die Südaffen markierten einen Scheideweg der Evolution:

Sie beherrschten bereits den aufrechten Gang – doch während die »robusten« Varianten ausstarben, entwickelte sich mindestens eine der »grazilen« hin zur Gattung Homo



**Vom aufrecht gehenden Affen zum Hominiden machte
die Evolution physisch nur einen kleinen Schritt.
Doch psychisch begann damit ein neuer
Prozess – hin zum menschlichen Bewusstsein**

RÄTSELVOLLER FLACHKOPF

Kenyanthropus platyops,

Ostafrika, vor ca. 3,3 Mio. Jahren

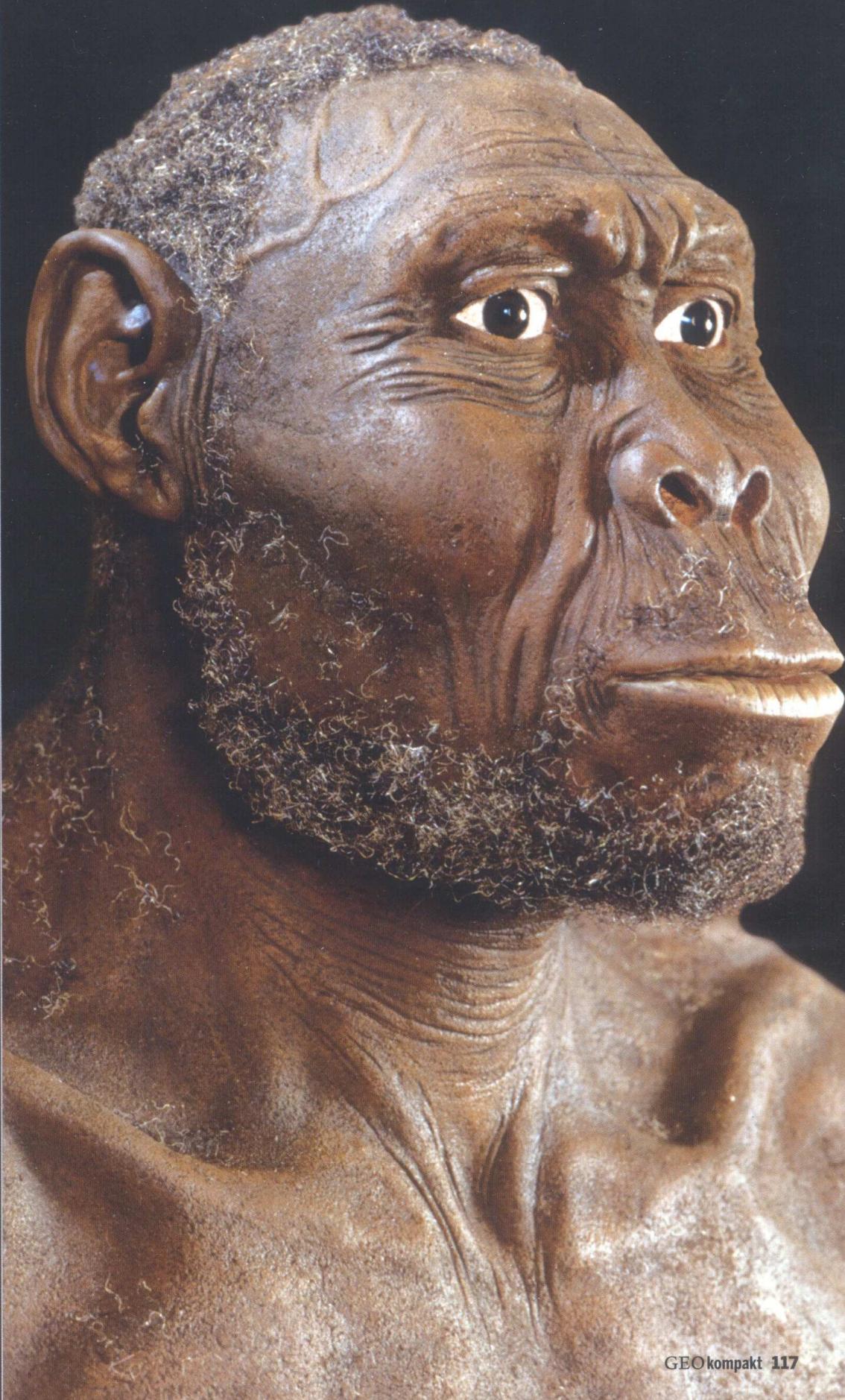
Den »Kenia-Menschen mit dem flachen Gesicht« entdeckte ein Team um die Paläoanthropologin Meave Leakey 1999 am Turkanasee. Genauer: dessen arg zerdrückten Schädel. Die Forscher erkannten an dem Fund eine derart ungewöhnliche Kombination von Merkmalen – etwa das breite, flache Gesicht und die relativ kleinen Backenzähne –, dass sie ihn einer eigenen Gattung von Vormenschen zuordneten. Manche Wissenschaftler dagegen halten den Schädel für so zerstört, dass eine Bestimmung kaum gelingen könne

DER ERSTE MENSCH

Homo rudolfensis, Ostafrika

vor 2,5 bis 1,8 Mio. Jahren

Großer Schädel und ein breites, flaches Gesicht sind die auffälligsten Merkmale des »Menschen vom Rudolfsee«, der als erster Vertreter der Gattung *Homo* gilt. Er verstand es, mit scharfen Steinkanten tote Tiere zu zerlegen oder deren Markknochen zu öffnen, und erschloss sich so eine neue Nahrungsquelle. Dennoch gilt er als Gemischtkostler, der auch pflanzliche Nahrung zu sich nahm



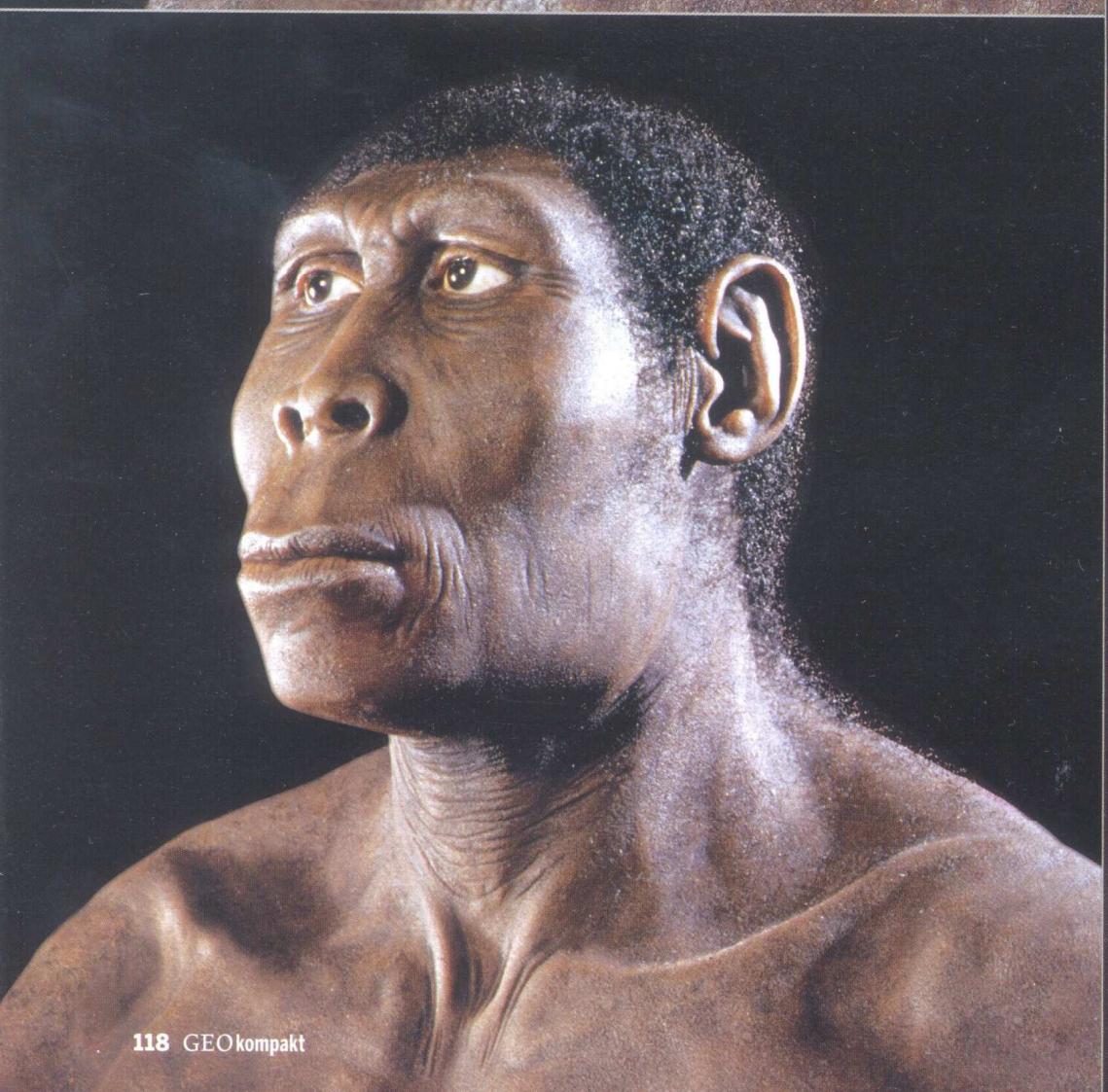


DER WERKZEUGMACHER

Homo habilis, Ostafrika

vor 2,1 bis 1,6 Mio. Jahren

Allzu menschlich sah der »befähigte Mensch« nicht aus: Hinter der fliehenden Stirn mit starken Augenbrauenwülsten saß ein wohl nur 650 Kubikzentimeter großes Gehirn. Dieser um die 1,40 Meter große Vertreter unserer Gattung besiedelte, aus Ostafrika kommend, den Süden des afrikanischen Kontinents



EIN KONKURRENT FÜR SAPIENS

Homo neanderthalensis,

Europa und Vorderasien, vor 200 000

bis 27 000 Jahren

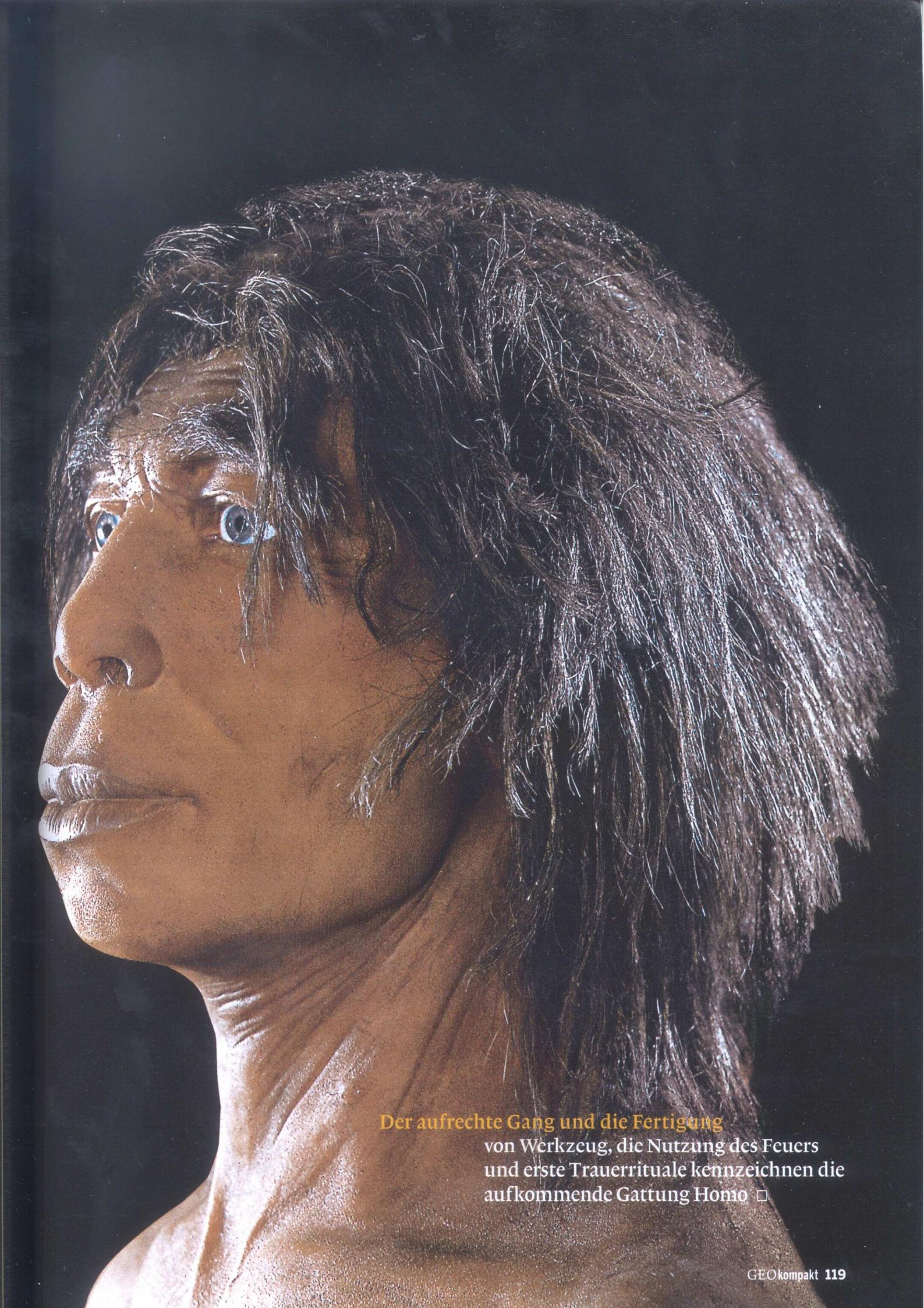
Der Neandertaler, ein etwa 1,65 Meter großer, bis zu 80 Kilogramm schwerer Vetter des *Homo sapiens*, lebte in Regionen Europas und Vorderasiens, teilweise gemeinsam mit *Homo sapiens*. Er war sehr muskulös und von starkem Knochenbau. Als routinierter Jäger ernährte er sich wohl überwiegend von Fleisch. Weshalb diese Art ausstarb, ist bis heute rätselhaft. Eine Theorie: *Homo sapiens* vermehrte sich schneller

DER ENTDECKER

Homo erectus, Afrika und Asien

vor 1,8 Mio. bis 40 000 Jahren

Der etwa 1,65 Meter große Verwandte des modernen Menschen war diesem trotz flachen Schädels und markanter Überaugenwülste in vielem ebenbürtig: Er ging nicht nur aufrecht, sondern baute auch einfache Hütten und wusste mit Feuer umzugehen. Vor allem machte er sich schon sehr früh auf, den Rest der Welt zu erkunden: Die ältesten Relikte von *Homo erectus* in Asien sind 1,8 Millionen Jahre alt



Der aufrechte Gang und die Fertigung
von Werkzeug, die Nutzung des Feuers
und erste Trauerrituale kennzeichnen die
aufkommende Gattung Homo □

Die Wanderkarte aus dem Genlabor

Der Anthropologe Svante Pääbo forscht im Erbmaterial hominider Fossilien nach Hinweisen auf unsere Vergangenheit. Und versucht, einen Wissenschaftlerstreit zu klären: Kam *Homo sapiens* wirklich aus Afrika?

Text: Martin Lindner

Anderthalb Jahre hatte Svante Pääbo über die gut drei Gramm Oberarmknochen mit strengen Museumskonservatoren verhandelt. Und dann dieser Moment: Die Gensequenz tauchte erstmals auf dem Computerschirm auf. „Das war etwas Fremdes, etwas Neues“, so Pääbo. Er spürte ein fast kindliches Gefühl von Staunen und Verzauberung.

Denn es handelte sich nicht um irgendeinen Knochensplitter: Pääbos Team untersuchte ein Stück aus dem originalen Skelett des Neandertalers, 1856 in der Nähe von Düsseldorf entdeckt und mindestens 30 000, vielleicht sogar 100 000 Jahre alt. Ein Schnipsel jener Menschenart also, die dem *Homo sapiens* so nahe stand wie wohl kein anderes Wesen und über Jahrtausende die gleichen Gegenden besiedelte, ehe sie vor etwa 30 000 Jahren für immer verschwand (siehe Seite 122).

Tatsächlich habe die Gensequenz, die an jenem regnerischen Abend im Spätherbst 1996 auf dem Monitor leuchtete, „auch das Bild von uns selbst verändert“, sagt Pääbo. Zum ersten Mal überhaupt war es gelungen, einem urmenschlichen Fossilienfund genetische Informationen zu entlocken – und gleichsam ein natürliches Archiv der Evolutionsgeschichte des *Homo sapiens* zu öffnen.

Die Neandertaler, so legte Pääbo in einer bestehenden Analyse nahe, waren nicht – wie lange vermutet – unsere *direkten* Vorfahren, sondern gehörten zu einer *Nebenlinie* der Hominiden. Damit bestätigte der Forscher eine Meinung, die inzwischen im Feld der klassischen Anatomie mehrheitlich vertreten wurde. Als Pääbo seine Ergebnisse 1997 veröffentlichte, erklärte der angesehene britische Biochemiker Tomas Lindahl, dies sei einer der größten Erfolge der gesamten genetischen Anthropologie.

Heute ist Svante Pääbo Direktor am Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig. Der gebürtige Stockholmer – ein Mann von 50 Jahren, schmal, fast bubenhaft, das karierte Hemd über der Hose – hat kein kleines Ziel: Er will aus dem

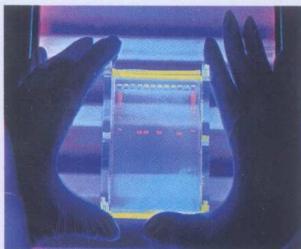
Genom, der Gesamtheit des Erbguts, herauslesen, wie der so genannte anatomisch moderne Mensch sich aus älteren Menschenformen entwickelt hat. Und vor allem: Wann und wo das geschah.

Mit den Ursprüngen der Menschheit beschäftigt sich Pääbo, seit er als 12-Jähriger mit seiner Mutter vor den Pyramiden von Giseh stand. In Uppsala studierte er zunächst Ägyptologie, später wechselte er zur Medizin. Er wollte forschen – auf seine Weise. So untersuchte er während seiner Doktorarbeit nachts im Labor heimlich Mumiengewebe, das er sich durch seine Kontakte zu Museumsleuten beschafft hatte. Tatsächlich konnte er in einer 2400 Jahre alten Mumie eines ägyptischen Kindes Reste noch intakten menschlichen Erbmaterials nachweisen.

Die Forschung, die Pääbo seither betreibt, betrifft die Identität des Menschen. Denn eine Minderheit von Anthropologen verteidigt noch immer die These, die Neandertaler – die in Europa und im westlichen Asien lebten – seien die *direkten* Vorfahren der heutigen Europäer gewesen. Sie fügte sich gut in das Modell einer multiregionalen Entstehung des Menschen. Demnach haben sich archaische Menschenformen – in Europa der Neandertaler, in Asien etwa der Pekingmensch – unabhängig voneinander zu anatomisch modernen Menschen entwickelt: und zwar aus Vorfahren, die bereits ein bis zwei Millionen Jahre vor unserer Zeit aus Afrika nach Asien und Europa ausgewandert waren.

Andere Wissenschaftler hingegen vertreten die „Out of Africa“-Hypothese. Sie besagt, dass *Homo sapiens* vor 100 000 bis 200 000 Jahren nur ein einziges Mal entstanden sei – in Afrika. Bei seiner Wanderung in die übrigen Kontinente habe er dann die dort bereits lebenden archaischen Menschenformen nach und nach ersetzt (siehe Seite 132).

Die unterschiedlichen Schlussfolgerungen liegen auf der Hand: Bei einer multiregionalen Entstehung des Menschen würde die Verwandtschaft etwa von Asiaten und Europäern weiter zurückliegen, und diese „Familie“ hätte sich schon weiter aufgespalten.



Im UV-Licht wird der Code des Lebens sichtbar: Aus dem Vergleich von DNS-Sequenzen ermittelte Svante Pääbo genetische Unterschiede zwischen Mensch und Schimpanse. So konnte er etwa Abweichungen in den Bausteinen eines Sprachgens nachweisen

Svante Pääbo,
50, hat Geschichte,
Ägyptologie, Russisch und Medizin studiert. Heute ist der Schwede Direktor am Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig



Bei der „Out of Africa“-Hypothese hingegen wäre die Weltbevölkerung als eine enger zusammengehörende Menschenfamilie mit einer gemeinsamen Migrationsgeschichte anzusehen.

Mit herkömmlichen anatomischen Vergleichen der vorhandenen Fossilien ließ sich keines der Modelle eindeutig belegen. Deshalb konnte die präzise genetische Untersuchung eines Neandertalerknochens, wie Pääbo sie anstrebt, von entscheidender Bedeutung sein. Aber würde es wirklich gelingen, aus dem Splitter eines uralten Knochens irgendwelche Informationen zu gewinnen?

Den Wissenschaftlern war bekannt, dass selbst bei gut konservierten Fossilien das genetische Material, die DNS, im Laufe der Jahrtausende durch chemische Reaktionen Schaden nimmt und seine ursprüngliche Struktur verliert. Frühere Versuche, DNS aus Dinosaurierknochen oder aus Millionen Jahre alten, in Bernstein eingeschlossenen Insekten zu isolieren, waren allesamt misslungen.

Gleichwohl wusste Pääbo, dass es bei Funden, die jünger sind als 100 000 Jahre, eine Chance gibt – sein Team hatte Erbmaterial aus den 13 000 Jahre alten Überresten eines Faultiers gewinnen können. Dieser Erfolg überzeugte wohl schließlich auch die Konservatoren des Rheinischen Landesmuseums in Bonn: 1996 stellten sie einen Splitter des sorgsam gehüteten originalen Neandertalerskeletts zur Verfügung. Die Suche nach einem authentischen Stück Neandertaler-DNS konnte beginnen.

Pääbos Team konzentrierte sich auf die so genannten Mitochondrien. Das sind die Energiekraftwerke der Zellen, die über ein eigenes, kleines DNS-Molekül verfügen. Bereits 1987 hatte der kalifornische Biochemiker Allan Wilson mit einer Aufsehen erregenden Untersuchung gezeigt, dass sich aus dieser mitochondrialen DNS (mtDNS) ein Evolutionsstammbaum rekonstruieren lässt: Da die Mitochondrien über die Eizelle von der Mutter auf die Kinder vererbt werden, entsteht eine unun-

terbrochene genetische Linie der mtDNS, die uns mit unseren weiblichen Ahnen verbindet. Zudem erfolgen Veränderungen der mtDNS relativ schnell und vermutlich auch mit konstanter Geschwindigkeit. Aus den mitochondrialen DNS-Profilen verschiedener Menschen kann man durch Analysen somit zurückrechnen, wie alt die heutigen Unterschiede in ihrem Erbgut sind und wann eine gemeinsame Urmutter gelebt haben muss.

Wilson und seine Kollegen untersuchten die Mitochondrien-DNS von 147 Frauen aus unterschiedlichen Weltregionen. Ergebnis: Die mtDNS-Muster aller heutigen Menschen sind womöglich auf eine einzige genetische Ahnin zurückzuführen – eine Art „molekulare Eva“, die wahrscheinlich vor rund 200 000 Jahren in Afrika lebte.

Solch eine Berechnung konnte Pääbos Team nun auch für den Neandertaler anstellen – nachdem durch unabhängige Untersuchungen und mehrere Gegenproben schließlich klar war, dass die Forscher originale, nicht verunreinigte DNS aus den Mitochondrien des Neandertalers in Händen hielten.

Das Ergebnis ihrer Analysen: Die mitochondrialen DNS-Unterschiede zwischen *Homo sapiens* und *Homo neanderthalensis* sind etwa dreimal so groß wie im Schnitt zwischen zwei heute lebenden Zeitgenossen. Verfolgt man die genetischen Linien zurück, laufen sie in einer Zeit vor rund 600 000 Jahren zusammen – so früh in der Evolution, dass der moderne Europäer nicht aus dem Neandertaler hervorgegangen sein kann.

Die Anzahl der genetischen Unterschiede zwischen Neandertaler und *Homo sapiens* reicht zwar nicht aus, um eine gelegentliche Vermischung während ihrer Koexistenz auszuschließen. Doch unser aller Vorfahr war der Neandertaler nicht. Er kam wie unsere tatsächlichen Ahnen aus Afrika, ging dann aber eigene Wege – und war so etwas wie der Vetter des *Homo sapiens*. □

Dr. Martin Lindner, 36, arbeitet als Wissenschaftsautor in Berlin.



Vorsichtig entnimmt
ein Techniker etwas Material vom Knochen eines Neandertalers. Die anschließende DNS-Analyse soll klären, in welchem Maße jene ausgestorbene Menschenart mit dem *Homo sapiens* von heute verwandt ist

Lange galt der Neandertaler unter Forschern als tumbe Kreatur – bis jüngere Funde auf erstaunliche Eigenschaften hindeuteten: Der nahe Verwandte des *Homo sapiens* stellte Schmuck her, bestattete rituell seine Toten und konnte vermutlich sprechen. Warum dieser weit entwickelte Ureinwohner ausstarb, ist aber nach wie vor ein Rätsel

Der andere Mensch

Text: Martin Paetsch; Illustrationen: Adrie und Alfons Kennis

Für die kleine Herde gab es kein Entkommen. Lärmende, in Tierhäute gekleidete Gestalten hatten die Wisente am Fuße einer Felswand in die Enge getrieben. Als das Großwild im morastigen Boden stecken blieb, wagten sich die mutigsten Männer an die wehrhaften Wiederkäuer heran und stießen ihnen Holzlanzen in den Leib. Kaum waren die Kolosse niedergesunken, machte sich die Gruppe von etwa 20 Personen ans blutige Werk: Mit scharfkantigen Abschlägen aus Flussgeröll zerschnitten sie die zotteligen Felle. Noch vor Ort zertrümmerten sie die Knochen, um an das nahrhafte Mark zu gelangen. Die riesigen Fleischstücke schleppten die Eiszeitleute in ihr Lager.

Vor rund 40 000 Jahren, in einem milderen Abschnitt der letzten Eiszeit, müssen sich am Fuße der Pyrenäen häufig solche Szenen abgespielt haben.

Nahe des südfranzösischen Städtchens Mauran stießen Ausgräber 1974 auf einen steinzeitlichen Schlachtplatz: Vermutlich etwa 4000 Wisente waren hier getötet worden – bei weitem zu viele für ein einmaliges Jagdglück.

Offenbar kamen die Fallensteller über Jahrhunderte hinweg im Herbst an diesen Ort, um den aus dem Gebirge in die Ebene ziehenden Wisenten aufzulauern. Die Wildbeuter wussten nicht nur über die Wanderung der Herden Bescheid. Sie waren aufeinander eingespielt, verständigten sich und kannten anscheinend eine gemeinsame Überlieferung.

Doch sie waren keine Menschen wie wir – es waren Neandertaler.

Organisationstalent, Planungsvermögen, Sprache: Qualitäten wie diese haben Wissenschaftler dem berühmten Urmenschen lange abgesprochen.

Kein anderer der nahen Verwandten hat den heutigen Menschen derart fasziniert und ähnlich heftige Debatten ausgelöst. Als Steinbrucharbeiter 1856 im Neandertal bei Düsseldorf neben anderen Skelettresten ein seltsam geformtes Schädeldach aus dem Kalkschutt kramten, begann die bis heute andauernde Suche nach dem wahren Neandertaler – und letztlich nach uns selbst.

Nur eines war immer klar: Wo einst Neandertaler gelebt haben, leben heute wir. Mit dem Ende des Ureinwohners übernahm der **Cro-Magnon-Mensch**, anatomisch mit uns identisch, den Kontinent (siehe Seite 23).

Schon Anfang des 20. Jahrhunderts galt der Verschwundene unter Forschern als evolutionäres Auslaufmodell, das zwangsläufig unseren fähigeren Ahnen hatte weichen müssen. Gegen diese noch heute populäre Vorstellung aber spricht schon die Erfolgsgeschichte des Neandertalers: Mehr als 170 000 Jahre lang behauptete er sich in einem riesigen Gebiet, das von Westeuropa bis nach Vorderasien reichte.

Dabei überstand er durchaus nicht nur Phasen klimmender Kälte, wie allgemein angenommen: Relativ leicht gebaute, vermutlich vom *Homo heidelbergensis* (siehe Seite 104) abstammende Neandertaler siedelten vor wahrscheinlich 120 000 Jahren in einer fast subtropischen, urwaldähn-

Kleiner, aber kompakter als *Homo sapiens*: Im Durchschnitt wurden Neandertaler 1,66 Meter groß, wogen rund 80 Kilo, hatten einen tonnenförmigen Brustkorb und kräftige Glieder



War die Iberische Halbinsel die letzte Bastion des Neandertalers? Entbrannte zwischen *Homo sapiens* und seinem Mit-Menschen ein erbitterter Kampf?

lichen Landschaft. Das warme Klima lockte damals sogar Flusspferde und Wasserbüffel nach Mitteleuropa.

Die Wissenschaftler unterscheiden zwischen frühen Neandertalern (von vor 200 000 bis vor 100 000 Jahren) und den klassischen Neandertalern (von vor 100 000 bis vor 27 000 Jahren), die kräftiger gebaut waren und insgesamt archaischer wirken als ihre direkten Vorfahren.

Das heute verbreitete Bild des Urmenschen prägt dieser robuste Jäger der letzten Eiszeit: Mit durchschnittlich 1,66 Meter Körpergröße, tonnenförmigem Brustkorb und gedrungenen Gliedmaßen erscheint er wie ein urtümlicher Gegenentwurf zum schlankeren *Homo sapiens*.

Hinter dem archaisch anmutenden Antlitz mit fliehender Stirn und dicken Überaugenwülsten verbarg sich freilich ein Gehirn, das größer war als das des heutigen Menschen. Vor allem die Hirnbereiche für das Sehen und Hören waren offenbar besonders gut ausgeprägt.

Dagegen fiel der für die Planung von Handlungen zuständige Stirnlappen beim

Neandertaler kleiner aus als bei *Homo sapiens*. Der Urmensch könnte daher einerseits ein begnadeter Beobachter gewesen sein, andererseits jedoch weniger weit vorausgedacht und geplant haben als die Menschen heute.

Welche Bedeutung das größere Gehirn tatsächlich gehabt hat, ist nicht bekannt. Doch intelligenter als wir war unser Verwandter wohl nicht – auch wenn ein aus der israelischen Kebara-Höhle geborgenes Zungenbein zeigt, dass der Neandertaler entgegen früheren Vermutungen sogar das Zeug zum Sprechen hatte.

Sein handwerkliches Geschick belegen nicht zuletzt Funde aus Deutschland. Bei den Grabungen von Neumark-Nord in Sachsen-Anhalt kam ein Abschlag zum Vorschein, an dem Eichensäure hattete. Das unscheinbare Kratzinstrument hatte wohl dazu gedient, Tierhäute in einem Bad aus Wasser und Eichenrinde durchzuwalzen.

Neben diesem klassischen Gerbverfahren beherrschte der Neandertaler bereits die Herstellung von Birkenpech, mit dem

er steinerne Messer und Spitzen an Holzschäften befestigte. Womöglich kannten die Früheuropäer schon Wurfspeere, doch auch ihre zugespitzten und im Feuer gehärteten Holzlanzen waren wirksame Waffen – ein solcher 2,45 Meter langer Spieß wurde, wie ein Fund im niedersächsischen Lehringen gezeigt hat, einst einem Waldelefanten zum Verhängnis.

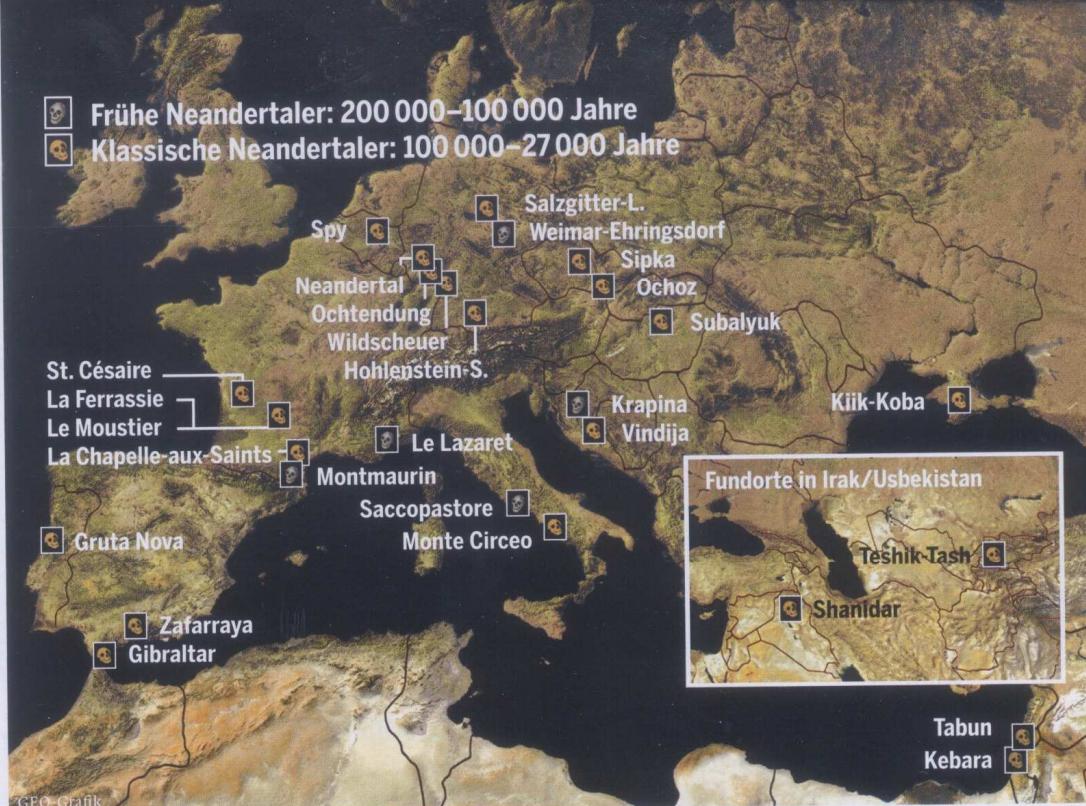
Von den Risiken derartiger Nahkämpfe künden zahlreiche ramponierte Neandertaler-Knochen (siehe Kasten Seite 126). Aber nicht alle Blessuren gehen auf Jagdunfälle zurück: An einem 36 000 Jahre alten Schädel aus dem französischen St. Césaire diagnostizierten Anthropologen eine Verletzung durch einen spitzen Gegenstand – möglicherweise traf ein Steinwerkzeug den jugendlichen Neandertaler am Kopf.

Vielleicht wurde er das Opfer einer Clan-Streiterei. Aus der Wunde leiten die Experten nicht nur frühe Feindseligkeit ab, sondern auch Fürsorge: Der Schwerverletzte wurde, wie Anzeichen von Knochenheilung nahe legen, gepflegt und nach seinem Tod vermutlich begraben.

Auch zutiefst menschliche Verhaltensweisen wie das Lachen waren den Neandertalern womöglich nicht fremd – und vielleicht übernahm *Homo sapiens* von seinem Zeitgenossen sogar kulturelle Fertigkeiten

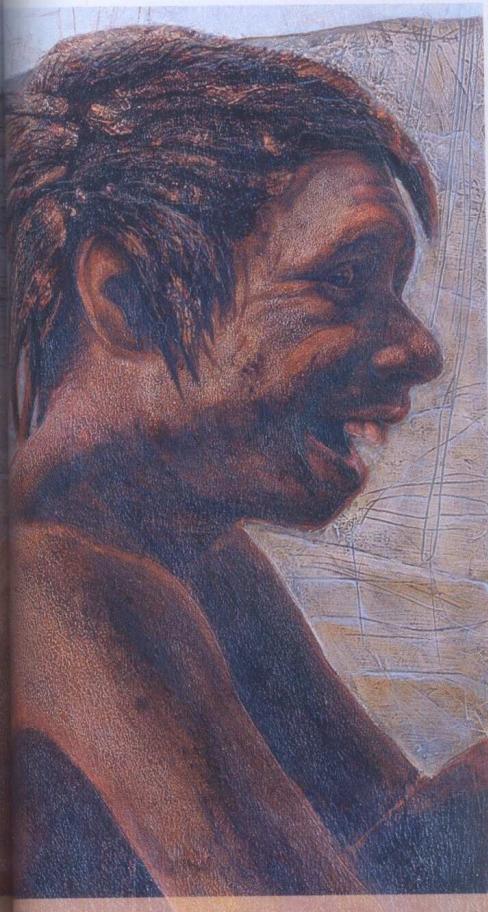


Frühe Neandertaler: 200 000–100 000 Jahre
Klassische Neandertaler: 100 000–27 000 Jahre



Obwohl die angeblichen Primitivlinge manche ihrer Toten bestatteten, sind Grabbeigaben kaum nachzuweisen. In der irakischen Shanidar-Höhle fand man allerdings in unmittelbarer Umgebung der Knochen eines Neandertalers auffällig hohe Mengen von Blütenpollen. Und so muss die Glaubenswelt der Eiszeitmenschen durchaus nicht simpel gewesen sein. Schnittspuren an den Skeletten interpretieren einige Forscher als Indiz für rituelle, auch bei Naturvölkern gebräuchliche Mehrfachbestattungen. Einzelne Knochen werden dabei exhumiert und entfleischt, um sie gesondert zu verwahren.

Andere, wie Tierknochen aufgebrochene Überreste könnten dagegen einen lang gehegten Verdacht bestätigen: Die Neandertaler waren womöglich Kannibalen. Zu Unmenschen würde sie das nicht machen – auch bei *Homo sapiens* könnte nach Ansicht mancher Forscher die Menschenfresserei eine lange Tradition haben (auch wenn diese These von den meisten Wissenschaftlern angezweifelt wird).



Ausgewählte Neandertaler-Fundstätten in Eurasien: Bei den frühen Neandertaltern waren die typischen Merkmale wie robuster Körperbau oder Überaugenwulst noch nicht so stark ausgeprägt wie bei den so genannten klassischen Formen. Der bisher jüngste Fund in der spanischen Zafarraya-Höhle ist rund 27 000 Jahre alt

Auf jeden Fall scheint sich der Lebensstil der beiden Menschenformen lange kaum unterschieden zu haben. Im Nahen Osten trafen der Neandertaler und sein grazileres Pendant vor etwa 100 000 Jahren erstmals aufeinander, besiedelten für Zehntausende Jahre das gleiche Gebiet und nutzten ähnliche Werkzeuge. Vor etwa 40 000 bis 30 000 Jahren begann jedoch eine Entwicklung, die Wissenschaftlern Kopfzerbrechen bereitet.

In einer Zeit starker Klimaschwankungen tauchten in Europa fortschrittliche Steingeräte und Schmuckobjekte auf: erste Anzeichen für einen der größten Kultursprünge der Menschheitsgeschichte, den Übergang zum jüngeren **Paläolithikum**. Damals drang *H. sapiens* ins Stammland der Neandertaler vor – die Gegend nördlich und westlich des Mittelmeers.

Einige Jahrtausende lang streiften die zwei Vertreter der Gattung *Homo* in kleinen Gruppen durch die Weiten Europas – bis der Neandertaler von der Bildfläche verschwand. Die jüngsten, rund 27 000 Jahre alten Spuren seiner Existenz fanden sich in einer spanischen Höhle.

Zahlreiche Hypothesen versuchen das damalige Geschehen zu erklären: War die Iberische Halbinsel die letzte Bastion der

Ureinwohner gegen die Eindringlinge? Entbrannte zwischen beiden ein Kampf um knappe Ressourcen, den die Cro-Magnon-Menschen dank größerer Intelligenz, besserer Technik oder bloßer zahlenmäßiger Überlegenheit für sich entschieden?

War die Geburtenrate der Neandertaler zu niedrig? Oder stimmt die jüngst aufgestellte Hypothese, dass sie einfach nur weniger gut organisiert waren, während der moderne Mensch bereits über ausgefeilte Handelstrukturen sowie eine effektive Arbeitsteilung und Spezialisierung verfügte? Bewiesen ist bislang keine der Theorien.

Für heftigen Zwist sorgte ein 1998 in Portugal gefundenes Skelett: Die nur 24 500 Jahre alten Knochenreste von Lagar Velho vereinen ihren Entdeckern zufolge Merkmale beider Menschentypen – etwa einen modernen rundlichen Schädel, aber kurze, gedrungene Gliedmaßen.

Die portugiesischen Forscher sehen in dem vierjährigen Kind einen Beleg dafür, dass die Neandertaler nicht ausgestorben, sondern im Genpool unserer Vorfahren aufgegangen sind. Gegen diese Schlussfolgerung führen Kritiker genetische Untersuchungen ins Feld. Wie die Analyse von **mitochondrialer DNS** aus



Ein Neandertaler-Schädel (im Bild links) unterscheidet sich deutlich von dem eines *Homo sapiens*: Neandertaler hatten Wülste über den Augen, eine flache Stirn, runde Augenhöhlen und mehr Platz für das Gehirn als der zeitgenössische Cro-Magnon-Mann (rechts), der dem heutigen Menschen anatomisch gleicht

dem Erstfund von 1856 ergab, weicht das Neandertaler-Erbgut deutlich von dem des heutigen Menschen ab (siehe Seite 120). Höchstwahrscheinlich gehörte *Homo neanderthalensis* zu einer eigenen Art. Und selbst wenn es also zwischen Alt- und Neueuropäern zum Sex gekommen sein sollte – große Spuren hat der Neandertaler in unserer genetischen Ausstattung nicht hinterlassen.

Völlig fruchtlos muss die Begegnung aber nicht geblieben sein. Nachdem sie Zehntausende Jahre lang einfache Werkzeuge gefertigt hatten, begannen die Neandertaler vor etwa 38 000 Jahren mit der Herstellung von Klingen, Knochengeräten und Schmuck aus durchbohrten Tierzähnen. Nach Ansicht einiger Experten war dieser Höhenflug von der Technik der neuen Nachbarn inspiriert. Eindeutige

Skelettreste des Cro-Magnon-Menschen gibt es aus dieser Zeit jedoch nicht.

Einige Forscher schließen daher nicht mehr aus, dass der oft geschmähte Neandertaler einen eigenen Beitrag zu der bald darauf folgenden Kulturrevolution des Cro-Magnon-Menschen geleistet hat.

So ist beispielsweise der Schnitzer der eindrucksvollen, möglicherweise 40 000 Jahre alten Tierfiguren aus der süddeutschen Vogelherdhöhle nach wie vor unbekannt. Obwohl die meisten Experten davon ausgehen, dass ein moderner Mensch sie gefertigt hat: Europas erster Künstler wird noch gesucht – und der Neandertaler hat eine Außenseiterchance. □

Martin Paetsch, 34, lebt in Hamburg. Beratung: **Dr. Bärbel Auffermann**, stvtr. Leiterin des Neanderthal Museums in Mettmann.

Paläopathologie

Was die Urmenschen plagte

Anhand von Knochenmerkmalen können Pathologen Krankheiten und Verletzungen von Neandertaler und *Homo sapiens* ermitteln

Den Neandertaler-Mann aus der Shanidar-Höhle im Irak hatte es schlimm getroffen: Seine linke Augenhöhle war verletzt, der Augapfel verschoben, der rechte Fuß gebrochen, der rechte Arm „amputiert“. Medizinische Diagnose: Mehrfachverletzung, möglicherweise als Folge eines Jagdunfalls.

Es war kein Einzelschicksal. Viele Neandertaler-Skelette weisen Schädel-, Schulter- und Rippenbrüche auf, verursacht von Wildpferden, Auerochsen und Nashörnern, die wohl über gestürzte Jäger hinweggetrampelt waren. Erstaunlicherweise waren die Läsionen des Shanidar-Mannes gut verheilt – die Brüche waren offenbar geschient worden. Andere Mitglieder der Gruppe hatten ihm wohl geholfen.

Häufig kam es unter den Urmenschen von damals aber auch zu degenerativen Gelenkerkrankungen: Gelenke und Bandscheiben waren verschlissen, weil die Neandertaler sie stark beanspruchten und ständig auf der Suche nach Nahrung umherzogen. Erkennbar ist dies heute an knochigen Auswüchsen der Wirbel und Gelenkenden, die abgebaute Knorpelmasse ersetzen sollten. Bei Kindern gab es zeitweise Wachstumsstillstand, wie Zahnschmelz-Anomalien belegen. Ob sie durch Nahrungsengpässe oder durch Krankheit entstanden, ist noch ungeklärt. Erwachsene verloren oft früh die Zähne; Sand in der Nahrung schmiegte den Schmelz ab, Entzündungen ließen die Zähne ausfallen. Immerhin: Die Neandertaler benutzten Zahnstocher, wie typische Rillen in den Zahzwischenräumen zeigen.

Zu Epidemien wie Cholera oder Masern kam es wohl nicht, so die **Paläopathologen**: Die einzelnen Clans waren zu klein und lebten zu weit voneinander entfernt, als dass sich solche Infektionskrankheiten hätten ausbreiten können. Dagegen haben die Wildbeuter vermutlich an Eingeweideparasiten, zum Beispiel Würmern, gelitten. Alt wurden Neandertaler jedenfalls nicht – sie lebten im Durchschnitt nur 30 bis 40 Jahre.

Auch bei *Homo sapiens* war die Lebenserwartung damals nicht höher. Die anatomisch modernen Menschen litten zum Beispiel an schweren Nasennebenhöhlen-Entzündungen, die nachweisbare Narben im Knochen hinterließen. Sie entstanden in der Regel aus einer Erkältung, die sich manchmal zu einer schweren bakteriellen Infektion entwickelte.

Ein weiterer Befund der Wissenschaftler: schmerzhafte Knochenhaut-Entzündungen. Sie wurden durch Eitererreger ausgelöst, die in äußere Wunden oder bei Splitterfrakturen eindrangen und sich über den Blutkreislauf im Knochen festsetzten.

Von Skelettresten aus der Zeit zwischen 11 000 und 7000 v. Chr. konnten Paläopathologen auf weitere Krankheiten unserer Vorfahren schließen. Krebs von Lunge, Leber, Prostata etwa zeigte sich in Form von Metastasen, die sich im fortgeschrittenen Stadium in die Knochen fraßen und dort spezifische Löcher zurückließen. Und: Krebs war bereits in der Jungsteinzeit eine häufige Erkrankung. Ebenso fanden sich Indizien für Hirnhaut- und Rippenfell-Entzündungen, für Blutarmut sowie Skorbut (Vitamin-C-Mangel) – bedingt durch einseitige Ernährung.

10 000 v. Chr. haben Menschen dann erstmals nachweislich Karies ausgebohrt – im heutigen Dänemark. Und aus der Zeit um 7000 v. Chr. sind Operationen am eingeschlagenen Schädeldecke – offenbar eine Verletzung, die durch Hiebwaffen entstand – nachgewiesen: Mit einem scharfen Feuerstein schabten die Operateure den Schädelknochen ab, bis Knochensplitter und Blutungen, die auf die Hirnhaut und das Gehirn drückten, beseitigt werden konnten. Das ist heute an walnuss- bis apfelformigen Löchern mit Heilungsspuren im Schädeldecke zu erkennen. Es war eine relativ häufig angewandte Technik mit bemerkenswertem Erfolg.

Die Überlebensrate: rund 75 Prozent.

Hansjörg Heinrich

By BrettVormKopf

For boerse.bz



Homo begriffsstutzig

Paläoanthropologen schwärmen von der kulturellen Evolution des frühen Menschen, von seinen Erfindungen, etwa dem Faustkeil. In Wirklichkeit aber sind die Hominiden eine Million Jahre lang auf keine einzige kreative Idee gekommen!

Die faszinierendste anthropologische Entdeckung der letzten Jahre war der angebliche Zwerg-Urmensch von Flores, einer Insel in Indonesien. *Homo floresiensis* war nur einen Meter groß, hatte ein Gehirn von der Größe einer Pampelmuse, war aber, wenn die Indizien nicht trügen, fast so schlau wie *Homo sapiens*.

Natürlich habe ich sofort an die Zwerge gedacht, die es in Märchen und Sagen gibt, und an die Hobbits im „Herrn der

Volk, mit dem unsere Vorfahren in Ur-Ur-Zeiten gelegentlich in Berührung gekommen sind?

Vielleicht war dieses Volk ja zahlreich und weit verbreitet. Vorzeitforschungsstatistiken zufolge übersteht nur ein einziges Skelett von einer Million Verstorbener die Zeiten, alle anderen verwittern und verschwinden.

Diese Zahl habe ich mir gemerkt, weil ich mir mit ihrer Hilfe klarmachen kann,

In diesem der Wissenschaft verpflichteten Magazin bin ich fürs Unwissenschaftliche zuständig, und fürs Spekulative. Spekuliert wird in der Anthropologie reichlich.

Ich habe nachgeschaut: Ein vollständiges Menschen- beziehungsweise Urmenschenknochen besteht aus etwas mehr als 200 Knochen. Na gut, viele davon gibt es doppelt – deswegen reichen etwa 120 Knochen, sofern es die richtigen sind, um ein Skelett vollständig zu rekonstruieren. Ein Anthropologe muss jedoch lernen, mit viel weniger Knochen auszukommen. Von der berühmten „Lucy“ wurden nur 47 Knochen gefunden, also etwa 20 Prozent. Und von dem berühmten „Turkana-Boy“ nur etwa 33 Prozent. Den Rest müssen die Forscher sich halt dazudenken.

Dazudenken müssen sie sich auch ganze Entwicklungsstufen. Denn entsprechend der Statistik verfügen sie nur über ein Fragment pro einer Million Vorfahren. Auch deswegen kommt in dieser Wissenschaft so relativ häufig das Wort „Theorie“ vor. Ganze Völker sind offenbar spurlos verschwunden. Wenn es also Zwerge gab, dann könnte es doch auch Riesen gegeben haben.

Die Anthropologie ist eine politisch schwierige Wissenschaft. Nehmen Sie nur die beiden Haupttheorien zur Entstehung der Unterschiede zwischen, sagen wir mal, Chinesen und Europäern. Die „Out-of-Africa“-Theorie nimmt an, dass *Homo sapiens* von Afrika aus die Welt besiedelt hat: Das heißt, unsere Vorfahren waren ursprünglich so dunkelhäutig wie heutige Afrikaner und haben sich erst im Laufe der Geschichte in hellhäutige Europäer oder in Chinesen verwandelt.

Die „multiregionale Theorie“ dagegen vertritt die Meinung, dass die Menschen von heute von verschiedenen Vorfahren abstammen, die sich an verschiedenen Stellen der Erde entwickelt haben.

Falls die „Multiregionalen“ Recht haben, könnte man mit sehr viel größerer Berechtigung von Menschenrassen sprechen – doch das Wort „Rasse“ ist natürlich ein vergiftetes Wort, weil der daraus abgeleitete Rassismus unter allen Wahnsinns-



© Disney

Ringe“, Tolkiens mythischer Romantrilogie. Drachen sollen ja eine Menschheitserinnerung an die Dinosaurier sein, diese These wird zumindest häufig vertreten – sind demnach nun auch Zwerge eine Art Gattungserinnerung? An ein

was alles aus unserer Gattungsgeschichte wir noch nicht wissen und möglicherweise nie wissen werden und was alles noch so möglich wäre.

ideen der letzten Jahrhunderte eine der wahnsinnigsten ist.

Auf den Rassismus komme ich zu sprechen, weil schon der Name, den wir unserer eigenen Art gegeben haben, ein bisschen überheblich klingt. *Homo sapiens*. Der wissende, oder auch der weise Mensch. Wir und weise? Wenn man auch nur fünf Minuten in einem Geschichtsbuch mit all den Kriegen und Massenmorden blättert, merkt man, dass der Name nicht stimmen kann. *Homo arrogans* – das würde besser passen, ist aber leider falsches Latein.

In unserer Arroganz haben vor allem wir Europäer nicht nur lange dazu geneigt, unsere eigene Menschensorte – weiß, europäisch – für überlegen zu halten. Wir haben auch unsere entfernten Verwandten grundsätzlich unterschätzt.

Die Neandertaler zum Beispiel, unsere Vetter, haben wir lange Zeit für äffische Dumpfbacken gehalten. Inzwischen aber wissen wir, dass sie eine Kultur besaßen, Vorräte anlegten, manche ihre Toten bestatteten, wahrscheinlich sprechen konnten. Haben unsere Vorfahren vom Typ *Homo sapiens* sie ausgerottet? Waren die – also auch wir – vielleicht gar nicht klüger (wie wir es uns in unserer Arroganz gern einreden), sondern lediglich aggressiver?

Auffällig an der Entwicklung der Gattung *Homo* sind deren anfängliche Begeisterung und das Phänomen der Beschleunigung. Vor etwa 1,4 Millionen Jahren erfand einer der Urmenschen den Faustkeil. Vor 400 000 Jahren, schätzungsweise, brachten sie den Wurfspeer ins Spiel. Vor 11 000 Jahren lernten sie den Umgang mit Pfeil und Bogen.

Das heißt: Etwa eine Million Jahre lang arbeiteten unsere Vorfahren mit dem Faustkeil, dem primitivsten Werkzeug, das sich denken lässt – ohne auch nur auf eine einzige kreative Idee zu kommen!

Auch die Wanderung des *Homo ergaster* aus Afrika heraus, Richtung Europa und Asien, vollzog sich im Schneckentempo. Dabei ist „Wanderung“ hier wahrscheinlich überhaupt das falsche Wort. Der Biologe Peter F. Weber hat ausgerechnet, dass jeder dieser Urmenschen nur etwa einen

Kilometer von seinem Geburtsort entfernt gestorben ist, wenn sich die Ausbreitung der Art in dem von der Forschung vermuteten Tempo vollzogen hat. Sie wanderten also nicht, sie tasteten sich vor.

Und dann ging es auf einmal doch immer schneller. *Homo sapiens* geriet in eine Art Innovationsspirale, die sich immer rasender drehte – bis heute, da ich mich in einem Text wie diesem niemals auf ein 20 Jahre altes Buch beziehen könnte (total veraltet!), und den ich niemals auf einem zehn Jahre alten Computer schreiben würde. Viel zu langsam.

Es gibt viele Theorien, die noch gar nicht zur Sprache gekommen sind, ernsthafte und scheinbar verrückte. Aber verrückte

»Hängt die Schönheit der modernen Nase womöglich mit der Hitze Afrikas zusammen?«

Theorien haben sich ja schon mehrmals als die richtigen erwiesen. Peter Wheeler, ein Anthropologe aus Liverpool, meint beispielsweise, der aufrechte Gang sei auch deswegen entstanden, damit wir kühlen Kopf bewahren. In der afrikanischen Savanne war es heiß. Der Kopf eines aufrecht gehenden Hominiden bekam weniger Sonne ab, sein Hirn ließ sich besser kühlen.

Aus dem gleichen Grund – wegen der Hitze – haben unsere Vorfahren ja auch ihr Fell verloren und das Kühlsystem der Schweißdrüsen entwickelt. Wenn der Mensch nicht in Afrika entstanden wäre, sondern in Mitteleuropa, würden

wir vielleicht immer noch auf den Fingernägeln gestützt herumhüpfen wie die Schimpansen.

Der Mensch ist ein Ergebnis der Krise. Ohne Öko-Krise kein Mensch. Diese Theorie vertritt der französische Anthropologe Yves Coppens. Vor rund neun Millionen Jahren habe sich in Afrika eine dramatische Klimaveränderung ereignet, bei der auf der einen Seite des Kontinents, in Zentralafrika, die Regenwälder erhalten geblieben seien, während sich auf der anderen Seite, östlich des Rift Valley, eine für geübte Regenwaldbewohner unangenehme und ungemütliche Savanne ausgebildet habe.

Im Wald entwickelten sich nun die Menschenaffen, kluge, aber nicht geniale Kerlchen. Im Stress der Steppe dagegen, so Coppens, kam plötzlich Drive in die Evolution: Nur dort, wo die Geschöpfe von ihrer Umwelt so richtig gefordert wurden, ging die Entwicklung in Richtung aufrechter Gang, Sprache, perfekte Hände.

Mit der Hitze Afrikas hängt womöglich auch die Schönheit der modernen Nase zusammen. Auffällig an den Hominiden, am *Homo rudolfensis* oder *habilis* und wie sie alle heißen, sind zweifellos die durchweg platten Nasen. Diese Urmenschen sehen aus wie seit Jahren erfolglose Boxer. Die erste richtig schöne, ordentlich vorstehende und nach heutigem Verständnis ästhetisch überzeugende Nase hat erst der Turkana-Boy vorzuweisen, der außerdem lang und spargeldünn und ein sehr guter Geher gewesen sein muss, trotz der warmen Umgebung.

Denn die Großnasigen konnten mehr Luft einatmen, als die Klein- oder Plattenasen. Mithilfe ihrer Großnasenschleimhäute wurde beim Einatmen außerdem mehr Luft befeuchtet als bei den Besitzern der Kleinnasenschleimhäute. Der Turkana-Boy konnte also auch tagsüber in der glutheißen Savanne etwas unternehmen, zum Beispiel jagen, denn er hatte schön feuchte Luft intus, während die Raubtiere unter irgendeinem prähistorischen Baum vor sich hin dösten.

Die schöne Nase war also, jetzt wissen wir's, ein echter Evolutionsvorteil. □

Die Kunst des Lebens

Auch der vorläufig letzte Akt der Menschwerdung vollzieht sich auf dem Schwarzen Kontinent: die Entstehung des *Homo sapiens*. Der neue, »moderne« Mensch ist anpassungsfähig und erfindungsreich – und er lernt bald, in Symbolen zu denken. Fast überall, wo er auftaucht, hinterlässt er nun Zeichen seiner Anwesenheit: Höhlenbilder und Schnitzereien

Text: Jürgen Bischoff; Weltkarte: Tim Wehrmann

Niaux / Frankreich

Alter: ca. 13 000 Jahre

Mit Bisons und Bergziegen haben Steinzeitkünstler die Wände des »Schwarzen Salons« in dieser Pyrenäen-Höhle bemalt. Das nötige Licht kam vermutlich von Öllampen



E

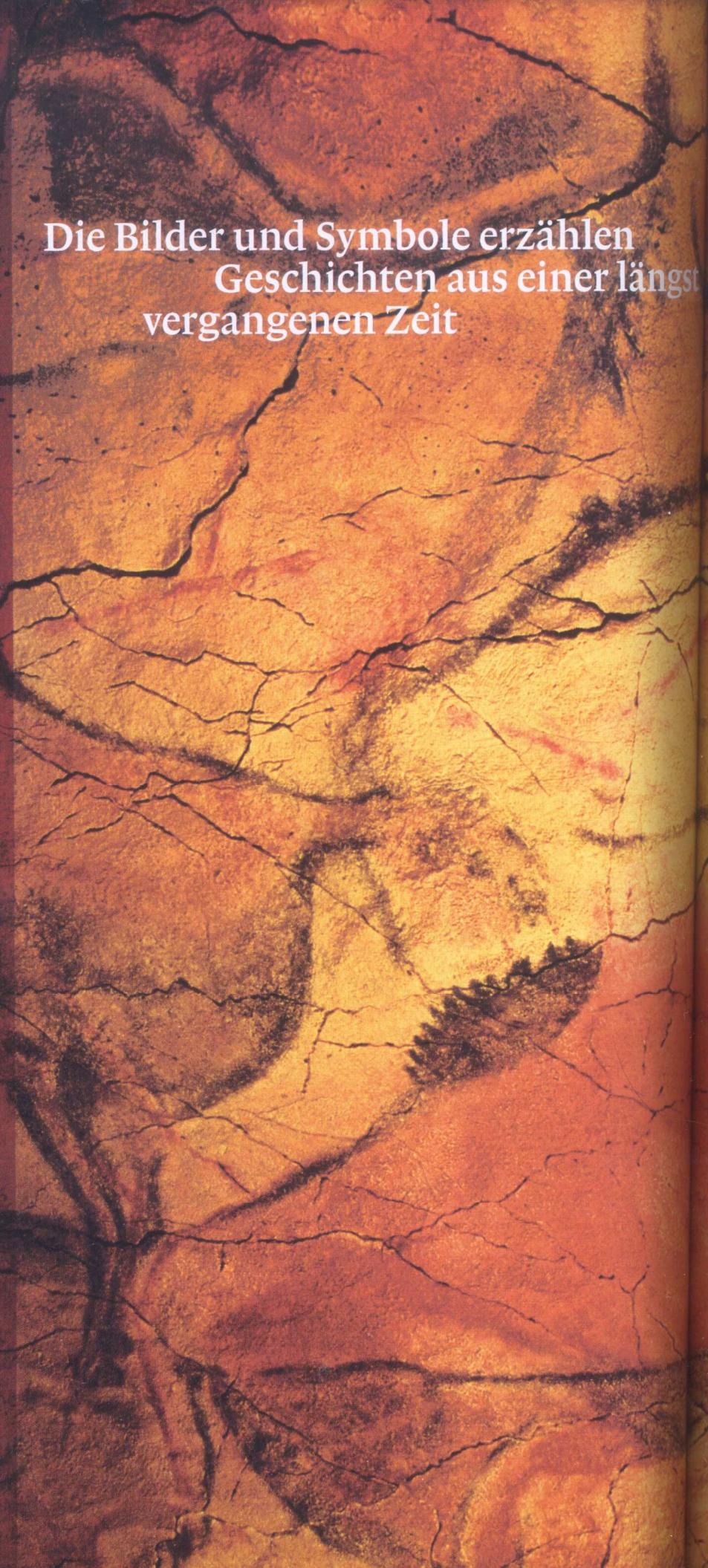
s sieht aus wie eine gedankenlose Kritzzelei, entstanden vielleicht an einem langweiligen, brütend heißen Nachmittag – vor mindestens 77 000 Jahren: X-förmige Gravuren auf zwei 53 und 76 Millimeter langen Ockerstückchen, die vor wenigen Jahren in der Blombos-Höhle an Afrikas Südküste gefunden worden sind.

Doch für den Archäologen Christopher Stuart Henshilwood, der die Tafeln entdeckt hat, steht zweifelsfrei fest: „Das Muster besaß eine Bedeutung für den Graveur und seine Leute.“ Schließlich habe, so der Direktor des African Heritage Research Institute in Kapstadt, derjenige, der die Kreuzchen-Reihe in das rötliche Mineral ritzte, zuvor den Ocker sorgfältig geglättet. Das Bemerkenswerteste daran: Um solche abstrakten Zeichen gravieren zu können, muss dieser Handwerker über etwas verfügt haben, das seinen Urvätern aus den Gattungen *Australopithecus* und *Homo* bis dahin versagt war – die Fähigkeit zum symbolischen Denken.

Womöglich können diese verzierten Ockerstückchen sogar als das älteste Kunstwerk der Menschheit gelten. Denn der Graveur aus der Blombos-Höhle war ein anatomisch moderner *Homo sapiens* – ein Mensch, der so aussah und sich bewegte wie die Menschen von heute.

Und der vielleicht auch so fühlte. Neben den Ockerstücken fand sich in der Blombos-Höhle der wohl älteste Schmuck der Welt: etwa acht Millimeter große Häuser der Wasserschnecke *Nassarius kraussianus*. Mit Löchern versehen, mit roter Pigmentfarbe be-

Die Bilder und Symbole erzählen Geschichten aus einer längst vergangenen Zeit





Altamira / Spanien

Alter: ca. 14 000 Jahre

Fast lebensgroß sind diese farbigen Deckenmalereien von Wisenten, Wildpferden und Hirschkuhen. Sie wurden 1879 durch einen Zufall entdeckt

Cussac / Frankreich

Alter: 28 000–22 000 Jahre

Mehr als 200 Bilder sind in die Wände dieser Höhle geritzt worden: Pferde, Bisons, Mammuts und – ungewöhnlich für die Zeit – auch die Umrisse von Menschen



malt und aufgereiht, zierten die paläolithischen Kunstperlen vermutlich Hals oder Körper eines frühen Südafrikaners.

Für Henshilwood und viele seiner Kollegen ist damit belegt, dass sich in Afrika eben nicht nur die ersten aufrecht gehenden **Vormenschen** entwickelt haben, dass hier nicht nur die **Gattung** *Homo* entstanden ist – sondern auch die menschliche Kultur: „In Südafrika waren schon vor 77 000 Jahren geistig moderne Menschen am Werk.“

Der „moderne“ Körperbau hingegen hatte sich schon lange vorher ausgebildet. Das bislang älteste Skelett eines anatomisch modernen *Homo sapiens* wurde 1967 im äthiopischen Omo-Becken gefunden. Schädel, Schultern, Arme, Hände, Beine, Rippen und Wirbelsäule – man hätte alles für die sterblichen Überreste eines heutigen Menschen halten können. Doch mit Hilfe radiometrischer Messungen (siehe Seite 76) konnten Wissenschaftler vor kurzem das Alter des Fundes ermitteln: 195 000 Jahre.

Wo aber – und vor allem: wie und wann – hatten diese Wesen ihre geistigen Fähigkeiten entwickelt?

Bodo d'Ar in Äthiopien, Oktober

1976. Im Awash-Tal graben Fossilienjäger die Überreste eines Schädel aus, der aus einer Zeit stammt, als noch die afrikanische Form des *Homo erectus* (siehe Seite 86) durch die dortigen Savannen zog: Er ist 600 000 Jahre alt.

Und doch kann dieser Schädel nicht von *H. erectus* stammen. Zwar gehen die dicken Wülste über den Augen und der dickwandige Schädel erkennbar auf diesen Menschenotyp zurück. Doch die breitere Stirn und das Hirnvolumen von fast 1300 Kubikzentimetern ähneln bereits denen des *H. sapiens*. Zudem weist der Fund anatomische Parallelen zu einem 300 000 Jahre jüngeren Fossil auf, das 1921 im heutigen Kabwe in Sambia entdeckt worden ist und das inzwischen als Relikt eines uralten *Homo sapiens* gilt. Damit liegt für die meis-

ten Paläoanthropologen fest, dass *Homo sapiens* aus der afrikanischen Form des *H. erectus* entstanden ist. Schon vor 500 000 Jahren gab es eine Übergangsform von *H. erectus* zu *H. sapiens*, die manche Forscher den „archaischen“ *Homo sapiens* nennen.

Noch weiter entwickelt waren Menschen, die vor rund 250 000 Jahren in Ost- und Südafrika lebten. „Diese Wesen gehörten zwar noch zu einer archaischen Form von *Homo sapiens*, standen aber schon dicht an der Schwelle zum vollständig modernen Menschen“, so der Hamburger **Paläoanthropologe** Günter Bräuer. Spätere Vertreter dieser Form lebten noch vor rund 160 000 Jahren ebenfalls im fruchtbaren Awash-Tal: Einer von drei ausgetragenen Schädeln – man fand zwei von Erwachsenen und einen von einem Kind – hatte ein Gehirnvolumen von 1450 Kubikzentimetern; auch heutige Menschen weisen nur selten mehr auf.

In dieser Zeit, also vor etwa 200 000 Jahren, erklimmt – vermutlich in Ostafrika – der anatomisch moderne *Homo sapiens*

Die Menschen vor 160 000 Jahren haben bereits ebenso viel Hirnsubstanz wie wir heute

die nächste Stufe in der Geschichte der Menschwerdung.

Zunächst bringt er nur wenige tausend Individuen hervor, schlank, hochgewachsen, dunkelhäutig. Sie haben eine hohe Stirn, eine runde Hirnschale und ein ausgeprägtes Kinn. In kleinen Gruppen von Jägern und Sammlern durchstreifen sie die Savannen, jagen Wild, gehen an Seen und Meeresküsten mit Speeren auf Fischfang. Und bilden gleichsam die Keimzelle, aus der sich später die gesamte moderne Menschheit entwickeln wird.

Vor etwa 100 000 Jahren ist dieser Menschentyp bereits in Afrika und in Nahost verbreitet – und 40 000 Jahre später machen sich eine oder mehrere kleine *Homo sapiens*-Gruppen vom Schwarzen Kontinent in Richtung Ostasien auf den Weg.

Das zumindest ist heute die Mehrheitsmeinung bei den Urmenschenforschern: Nach der so genannten „Out of Africa“-

Theorie hat sich der moderne *Homo sapiens* von Afrika aus in mehreren Wanderungswellen über die Erde verbreitet und die in manchen Gegenden lebenden älteren Menschenformen abgelöst. Gelegentlich haben sie sich wahrscheinlich mit diesen Archaikern vermischt. „Genetisch wäre das ohne weiteres möglich gewesen“, sagt Bräuer, einer der führenden Vertreter des „Out of Africa“-Modells, „es handelte sich ja nicht um verschiedene biologische Gattungen.“

Einige Paläontologen vertreten allerdings eine Konkurrenz-Hypothese, das so genannte „multiregionale Modell“. Demnach soll sich der moderne Mensch fast zeitgleich in mehreren Regionen der Erde aus archaischeren Formen gebildet haben, etwa aus den Pekingmenschen in Asien oder den Neandertalern in Europa.

Doch 1997 ermittelte ein Team um den Leipziger Genetiker Svante Pääbo

(siehe Seite 120), dass zumindest *Homo neanderthalensis* nicht der Vorfahr von *Homo sapiens* gewesen sein konnte. Ein Befund, der durch andere Untersuchungs- und Datierungsverfahren gestützt wird – ganz gleich, ob die **Paläontologen** unseren Vorfahren und deren Lebensumständen mit anthropologischen, molekularbiologischen oder ökologischen Forschungsmethoden auf die Spur zu kommen suchen.

Technisch und kulturell jedenfalls lernt der moderne *Homo sapiens* in Afrika schon bald nach seinem ersten Auftreten schnell dazu – sein im Vergleich zu *Homo erectus* von rund 1000 auf nunmehr durchschnittlich 1400 Kubikzentimeter gewachsenes Gehirn bietet ihm die besten Voraussetzungen.

So werden die Steinwerkzeuge, die *H. sapiens* herstellt, immer ausgefeilter: sie werden nicht mehr wie noch in der vorangegangenen Faustkeil-Kultur roh behau-



Kolo Cave / Tansania

Alter: ca. 25 000 Jahre

Dieses Bild zeigt vermutlich eine Prozession. Auffällig: die Haartracht der beiden Menschen in der Mitte

Beile, Messer und Harpunen

Werkzeuge der Steinzeit

Die Kulturstufen des Paläolithikums

Die ersten bewusst hergestellten Steinwerkzeuge stehen vor etwa 2,5 Millionen Jahren evolutionsgeschichtlich für die Anfänge der Gattung Homo – und kulturgechichtlich für den Beginn des Paläolithikums, der Altsteinzeit. Diese lässt sich in mehrere Kulturstufen unterteilen; ihre Benennung geht auf typische Fundorte zurück. Die älteste ist das Oldowan (beginnt vor ca. 2,5 Millionen Jahren); in dieser Zeitspanne finden sich vor allem einfache Schaber und Geräte aus Geröll. Es folgt das Acheuléen (vor ca. 1,4 Millionen Jahren), erkennbar durch große Faustkeile, später auch durch die ersten hölzernen Speere. Die nächste Stufe, das Moustérien (ab ca. 200 000 bis vor 40 000 Jahren), zeichnet sich durch kleinere und feiner gefertigte Werkzeuge aus. In Europa wird sie vor allem mit den Neandertaltern in Verbindung gebracht, in Afrika und Nahost aber auch mit *Homo sapiens*. Dessen erste eigene Kultur ist das Aurignacien (ab ca. 40 000 bis vor 28 000 Jahren) mit einer großen Bandbreite von Stein-, Holz- und Knochenwerkzeugen. Im darauffolgenden Gravettien (bis vor ca. 22 000 Jahren) tauchen erste Frauenfiguren aus Elfenbein auf, während für das Solutréen (bis vor ca. 19 000 Jahren) fein gearbeitete Steinmesser charakteristisch sind. Die letzte Altsteinzeit-Kultur ist das Magdalénien (bis vor ca. 12 000 Jahren), in der unter anderem die Höhlenbilder von Lascaux entstehen.

2,3 Mio. Jahre / Äthiopien

Knochenbrecher

Mit bearbeitetem Geröll wie diesem zerschlugen Urmenschen vermutlich die Knochen von Tierkadavern, um an das Mark zu kommen



1 Mio. Jahre / Äthiopien

Fleischerbeil

Dieses Werkzeug aus Lavagestein wurde von einem *Homo erectus* hergestellt. Es diente vermutlich zum Zerlegen großer Säugetiere



ab 200 000 Jahre / Frankreich

Spaltaxt für den Handbetrieb

Dreieckige Handaxt eines Neandertalers, gefunden in einer Höhle in Nordfrankreich. Besonders auffällig ist die gleichmäßige Bearbeitung



2 Mio. Jahre / Südafrika

Bohrer

Dieses Werkzeug besteht aus Antilopenhorn. Tests belegten, dass es benutzt wurde, um Knollen und Wurzeln auszugraben



1,4 Mio. Jahre / Tansania

Faustkeil

Klassisch geformte Keile wie dieser sind an vielen Orten der Welt geborgen worden. Als Erfinder des Allzweckwerkzeugs gilt *Homo ergaster*, der »Handwerker«



ca. 100 000 Jahre / Frankreich

Höhlenpfosten

Abguss eines Pflocks, den Neanderthalern in der Höhle Combe-Grenal in den Boden getrieben hatten, vielleicht als Teil eines Windschutzes



ab 21 000 Jahre / Frankreich

Steinzeitmesser

Die vormals üblichen, einfachen Schaber wurden mit der Zeit durch feine, scharfkantige Klingen abgelöst, die sogar einen Griff besaßen



ab 18 000 Jahre / Frankreich

Hakenspeer

Die ersten knöchernen Harpunen mit Widerhaken gab es schon vor 90 000 Jahren in Afrika. In Europa wurde die Technik später neu entdeckt

en, bis sie die gewünschte Form haben; vielmehr schlagen die **Paläolithiker** der so genannten Moustérien-Kultur (nach dem Neandertaler-Fundort Le Moustier bei Bordeaux) von ausgesuchten Steinen einzelne Stücke ab, aus denen sie Bohrer, Schaber, Stichel oder Doppelspitzen herstellen. Auch aus dem braunen Obsidian, dem vulkanischen Glas, fertigen sie jetzt Werkzeuge. Deren Benutzung wiederum lässt sie immer komplexer denken.

Möglicherweise entwickeln sich auch schon Formen des Tauschhandels: Die Feuersteine, die dann bearbeitet werden, kommen oft aus weit entfernten Minen. Das wiederum setzt Kommunikation voraus. Auch liefern bereits die 160 000 Jahre alten Skelette aus dem Awash-Tal erste Hinweise auf Mythen und gemeinschaftliche Riten: Bevor die Toten bestattet wurden, hatte man ihnen offenbar Haut und Fleisch von den Knochen geschnitten.

Vor etwa 115 000 Jahren kündigt sich erneut eine Eiszeit an. Der Norden des Planeten verschwindet zeitweise unter einem immer dicker werdenden Eispanzer.

Vor rund 100 000 Jahren verlässt der erste *Homo sapiens* den afrikanischen Kontinent

Dieser bindet ungeheure Wassermassen, der Meeresspiegel fällt global um bis zu 120 Meter. Auch der Grundwasserspiegel sinkt – in Afrika trocknet das Land aus. Im Zentrum des Kontinents wächst die Wüste, Flüsse versiegen, Seen verdunsten.

Die Trockenheit treibt das Leben vor sich her – und zwingt die Menschen immer wieder zu ausgedehnten Wanderungen auf der Suche nach Nahrung und Wasser. Sie ziehen an die Küsten des Roten Meeres, wo sie Krebse und Muscheln ernten; sie machen sich auf in den feuchteren Westen des Ostafrikanischen Grabenbruchs (siehe Seite 62) bis an einen See in der Nähe des heutigen Katanda im Kongo und speeren dort Fische mit knöchernen Harpunen, die sie mit Widerhaken versehen haben.

Und vor gut 100 000 Jahren schließlich wandern erstmals Gruppen des modernen *Homo sapiens* das Niltal hinauf in Richtung



Puente Viesgo / Spanien

Alter: ca. 15 000 Jahre

Dieser Hirsch aus der Höhle Las Chimeneas ist mit schwarzer Farbe gezeichnet, die meist aus Kohle oder Holzkohle hergestellt wurde. Neben Tierdarstellungen finden sich in dieser Höhle auch zahlreiche Ornamente, Muster und geometrische Formen

Vorderer Orient. Sie durchqueren den Sinai und beziehen, wie Knochenfunde belegen, unter anderem Höhlen bei Qafzeh im heutigen Israel.

Die Verhältnisse hier in der Levante sind paradiesisch, verglichen mit denen, welche die Neuankömmlinge verlas-

senwerkzeuge, jagte die gleichen Tiere, sammelte Früchte, begrub seine Toten. Einige Paläoanthropologen vermuten deshalb, dass *Homo sapiens* und *Homo neanderthalensis* auch gemeinsame Nachkommen zeugten.

Vor etwas mehr als 60 000 Jahren schließlich brechen erneut Gruppen von *H. sapiens* aus Afrika auf – diesmal in östliche Richtung, zu einem 12 000 Kilometer langen Marsch entlang der Küsten des Indischen Ozeans. Jüngste Vergleiche der **mitochondrialen DNS** (mtDNS) von jahrtausendelang isoliert lebenden Völkern in Südostasien – den Bewohnern der zu Indien gehörenden Andamanen und den malaiischen Ureinwohnern Orang Asli – mit der mtDNS afrikanischer Stämme liefern sogar ungefähre Hinweise auf die Zahl der damaligen Auswanderer: Nur einige hundert dürften es gewesen sein, die sich auf den Weg machten, darunter 500 bis 2000 Frauen. Diese waren somit die Urmütter der gesamten ursprünglichen asiatischen und australischen Bevölkerung.

Wahrscheinlich nehmen die „Out of Africa“-Emigranten dabei die so ge-

nen haben: Auf den Hängen des Karmel wachsen Pinien und Eichen, Pistazien und Olivenbäume. Durch die Wälder streifen Rotwild, Wildschweine, Gazellen und Auerochsen, Wasser gibt es reichlich, und die fischreiche Mittelmeerküste ist nur wenige Kilometer entfernt.

In ihrer neuen Heimat machen die Leute aus dem Süden sehr bald die Bekanntschaft anderer Klimaflüchtlinge. Diese kommen aus dem Norden in die milde Atmosphäre der Levante. Denn inzwischen hat die Eiszeit die Wälder nördlich der Alpen bis weit nach Osten in kalte Tundra verwandelt. Die neuen Nachbarn sind kräftiger und unersetzt als *H. sapiens*, auch physiognomisch unterscheiden sie sich von ihm: Es sind Neandertaler.

Es gibt bis heute keine Hinweise darauf, dass das Nebeneinander dieser beiden unterschiedlichen Menschentypen Konflikte auslöste. Man fertigte die gleichen

nannte Südroute: über die Enge zwischen Rotem Meer und Golf von Aden, wo sich wegen des niedrigen Meeresspiegels von Zeit zu Zeit Landbrücken bilden, bis ins heutige Hadramaut; von dort weiter über die Straße von Hormuz auf das asiatische Festland.

Was aber treibt diese Menschen in die Urwälder und an die Küsten Südostasiens?

Vermutlich wollen auch diese Auswanderer den hart gewordenen Lebensbedingungen in Afrika entkommen. Es kommt deshalb auch eher zu einem langsamen Einsickern in die neuen Gegenden, zu einer sukzessiven Landnahme. Hochgerechnet ist die Besiedelung Asiens nur mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 700 Metern bis vier Kilometern pro Jahr vonstatten gegangen. Es liegt nahe, anzunehmen, dass einzelne *Homo-sapiens*-Clans immer dann weiterzogen, wenn

Blombos Cave / Südafrika

Alter: ca. 77 000 Jahre

Dieses verzierte Stückchen Ocker von der Fundstelle am Indischen Ozean gilt als das bislang älteste Kunst-Stück der Menschheit. Die Bedeutung der Kreuze, die von waagerechten Linien begrenzt werden, ist freilich unklar. Sicher ist nur: Das Artefakt entstand zu einer Zeit, als *Homo sapiens* bereits begonnen hatte, Afrika zu verlassen



die Bevölkerung in einer Region so groß geworden war, dass dort nicht mehr alle ausreichend Nahrung fanden.

Bis heute allerdings fragen sich Paläontologen aller Disziplinen, was die ersten Siedler schon vor etwa 50 000 Jahren bis nach Australien getrieben hat – sehr bald nach der Abreise aus Afrika und deutlich vor der Besiedelung Europas. So alt ist jedenfalls ein männliches Skelett, das sich 1974 am Ufer des Mungo-Sees fand.

Zwar bildet Australien zu jener Zeit mit Tasmanien und Neuguinea den Kontinent „Sahul“, liegt aber immer noch mehr als 80 Kilometer von den südlichsten Inseln Indonesiens entfernt – auf der anderen Seite der Timorsee und damit außerhalb jeder Sichtweite. Ohne einfache Boote oder Flöße ist das australische Festland nicht erreichbar. Deswegen muss der Boots- oder Floßbau den Menschen jener Zeit bereits vertraut gewesen sein.

„Vielleicht sind zufällig immer wieder Gruppen in ihren Einbäumen bis an die Nordküste Australiens getrieben worden“, meint Günter Bräuer. Vielleicht auch haben Ausgestoßene, Ausgesetzte, an den Gestaden des Fünften Kontinents wieder festen Boden unter den Füßen gefunden.

Jedenfalls verursachen die Immigranten wahrscheinlich schon bald nach ihrer Ankunft ein ökologisches Desaster: In nur 10 000 Jahren rotten die Vorfahren der

Cueva de los Manos / Argentinien

Alter: ca. 10 000 Jahre

Unzählige Handumrisse von Tehuelche-Indianern bedecken die Wände dieser Höhle. Das farbige Gestein wurde zu Pulver gemahlen, mit Fett vermischt und dann wohl mit einem Blasrohr auf den Fels gesprüht



Die Höhlenwände sind bevölkert von
einer wilden, artenreichen Tierwelt



Lascaux / Frankreich

Alter: ca. 17 000 Jahre

Abbildung einer Kuh, im Hintergrund Huftiere.
Möglich ist, dass Bilder wie diese jenen
Tieren eine Art Denkmal setzen sollten, die
den Menschen das Überleben sicherten



Aborigines gut 85 Prozent aller australischen Großsäuger aus – etwa den Riesenemu *Genyornis* –, indem sie durch fortgesetztes Abbrennen grünes Busch- und Waldland in trockene Steppe verwandeln. Vermutlich treiben sie damit bei der Jagd die Tiere aus ihren Verstecken.



Hohlenstein / Deutschland

Alter: ca. 32 000 Jahre

Der 30 Zentimeter große »Löwenmensch« ist aus Elfenbein. Es könnte sich um die Darstellung eines Schamanen handeln

Auch der amerikanische Doppelkontinent wurde allem Anschein nach von Asien aus besiedelt. Bis vor kurzem gingen fast alle Paläontologen davon aus, dass vor frühestens 15 000 Jahren Großwildjäger über die trocken gefallene Beringstraße nach Amerika kamen, denn alle dort gefundenen Werkzeuge und Fossilien waren jüngerer Datums.

Möglicherweise sind Siedler aber zuerst im Süden und in der Mitte eingetroffen – und zwar zu einem Zeitpunkt, der um 25 000 Jahre vor dem bisher angenommenen liegt. Kürzlich datierten britische Archäologen mit modernsten Messverfahren eine versteinerte Ascheschicht mit Hunderten von Fußspuren in der Nähe des mexikanischen Vulkans Cerro Toluquilla auf ein Alter von etwa 40 000 Jahren.

Das würde bedeuten, dass auch die ersten Amerikaner ihre neue Welt übers

Natürliche Gleichheit

Es gibt unter den Menschen keine »Rassenunterschiede«

Als der moderne Mensch vor rund 100 000 Jahren von Afrika aus begann, in kleinen Horden die Welt zu erobern, sahen alle deren Mitglieder gleich aus: dunkelhäutig, groß und langgliedrig. Mit ihrer Ausbreitung über die Erde begannen sich die isolierten Populationen aber allmählich zu verändern und unterschiedliche Merkmale auszubilden – zum Beispiel die helle Haut bei den Europäern, den gedrungenen Körperbau bei den Inuit, die besondere Augenform bei den Asiaten.

Sind diese Unterschiede „Rassenmerkmale“? Oder lediglich Kennzeichen für geographische Variationen des *Homo sapiens*, entstanden dadurch, dass er in verschiedenen Regionen lebt?

Die Bezeichnung „Menschenrassen“ lehnen Anthropologen ab, da sie aus biologischer Sicht nicht existieren. In korrekter Weise ist der Begriff **Rasse** nur für jene Haus- und Nutztiere zu verwenden, die auf bestimmte einheitliche Merkmale hin gezüchtet worden sind. Gezüchtete Menschen aber gibt es nicht.

Doch sind die Menschen wirklich so verschieden, wie es den Anschein hat, wenn man zum Beispiel einen gedrungenen, hellhäutigen, glatthaarigen Inuit mit einem dunkelhäutigen, breitnasigen, bärigen Aborigine aus Australien vergleicht?

Genetiker haben herausgefunden, dass sich zwei beliebige Menschen auf der Welt nur in zwei bis drei je tausend Buchstaben ihrer Erbinformation unterscheiden; zu 99,9 Prozent aber sind sie identisch. Und etwa 90 Prozent aller Abweichungen bestehen zwischen Personen der gleichen Bevölkerungsgruppe, wie DNS-Vergleiche belegen. Das bedeutet: Unter der Haut sind alle Menschen praktisch gleich.

Das bekannteste vermeintliche „Rassenmerkmal“, die Hautfarbe, erklärt sich folgendermaßen: Jeder gesunde Mensch besitzt Pigment bildende Zellen (Melanozyten), welche die verschiedenen Hauttönungen von Schwarz über Braunrot bis Gelb oder Hell erzeugen. Die Pigmentierung der Haut variiert in einem Balanceakt zwischen Nutzen und Schaden von ultravioletter Strahlung (UV-Strahlung): einerseits dem Aufbau von Vitamin D für die Knochenbildung, andererseits der Zersetzung von Folsäure, die bei der Spermienbildung und Fötus-Entwicklung entscheidend ist.

Folsäure aber zerfällt bei hoher UV-Einstrahlung – wie etwa in Afrika. Und Vitamin D kann der Körper bei geringen UV-Dosen – wie beispielsweise im hohen Norden – nicht mehr herstellen. Deshalb haben sich die Melanozyten bei der Verbreitung des modernen Menschen dem Gefälle der UV-Strahlung angepasst: Die dunkel pigmentierte Haut von Afrikanern hält mehr Strahlung ab, die hell pigmentierte von Skandinaviern lässt mehr durch. Jede Population kann sich entsprechend den Umweltbedingungen verändern. Würde Deutschland heute nach Afrika verlegt – die Menschen hätten, der natürlichen Selektion überlassen, innerhalb von rund 10 000 Jahren wieder eine schwarze Haut.

Auch der Körperbau passt sich der Umwelt an: Afrikaner wie etwa die Massai können mit ihrer großen und schlanken Gestalt etwa über mehr Schweißdrüsen besser ihren Körper kühlen. Die gedrungene Statur der Inuit am Nordpol ermöglicht ihnen dagegen, lebenswichtige Körperwärme zu speichern. Auch ihre flachen Gesichter und Nasen verringern durch die geringere Oberfläche den Kontakt mit der Luft.

Die Lidfalte der Nordasiaten wiederum resultiert aus erhöhter Fetteinlagerung im Oberlid – eine den Augapfel isolierende Kälteanpassung an ihre einstige Heimat in den mongolischen Steppen. Wärme speichernd wirkt auch ihr feines, glatt-schwarzes Haar. Das krause Haar von Afrikanern dagegen begünstigt kühlende Schweißverdunstung.

Manchmal sind solche Merkmale aber auch dem Zufall zu verdanken. Da sie durch seltene Erbänderungen (Mutationen) immer mal wieder neu entstehen, können sie sich in isolierten kleinen Populationen des modernen Menschen ansammeln. Deshalb gibt es auch krausköpfige Iren und Franzosen.

Hansjörg Heinrich

Meer erreichten, denn vor 40 000 Jahren versperrte noch eine gewaltige Eisbarriere den Fußweg über die Beringstraße nach Alaska. Auf dem Seeweg die Küsten Asiens und Amerikas entlang aber waren die wärmeren Gegenden in Mittel- und Südamerika einigermaßen bequem zu erreichen. Die Jäger dagegen wären demnach erst später über die Nord-



Geißenklösterle / Deutschland

Alter: ca. 35 000 Jahre

Das vermutlich älteste Musikinstrument der Welt: eine Flöte aus Schwanenknochen, entdeckt in einer Höhle der Schwäbischen Alb

route gekommen – als Nachzügler, nicht als Vorhut.

Zur gleichen Zeit, vor etwa 40 000 Jahren, taucht *Homo sapiens* auch in Europa auf – niemand weiß, warum so spät. Er hat, aus Nahost kommend, den Balkan überquert und zieht nun gleichsam im Eilmarsch bis in die Mitte und den Süden Europas. Zeichen seiner Anwesenheit hinterlässt er in Höhlen in den rumänischen Karpaten, in Südmähren, auf der Schwäbischen Alb, in Norditalien, am Südrand der Alpen, in Frankreich und in Spanien.

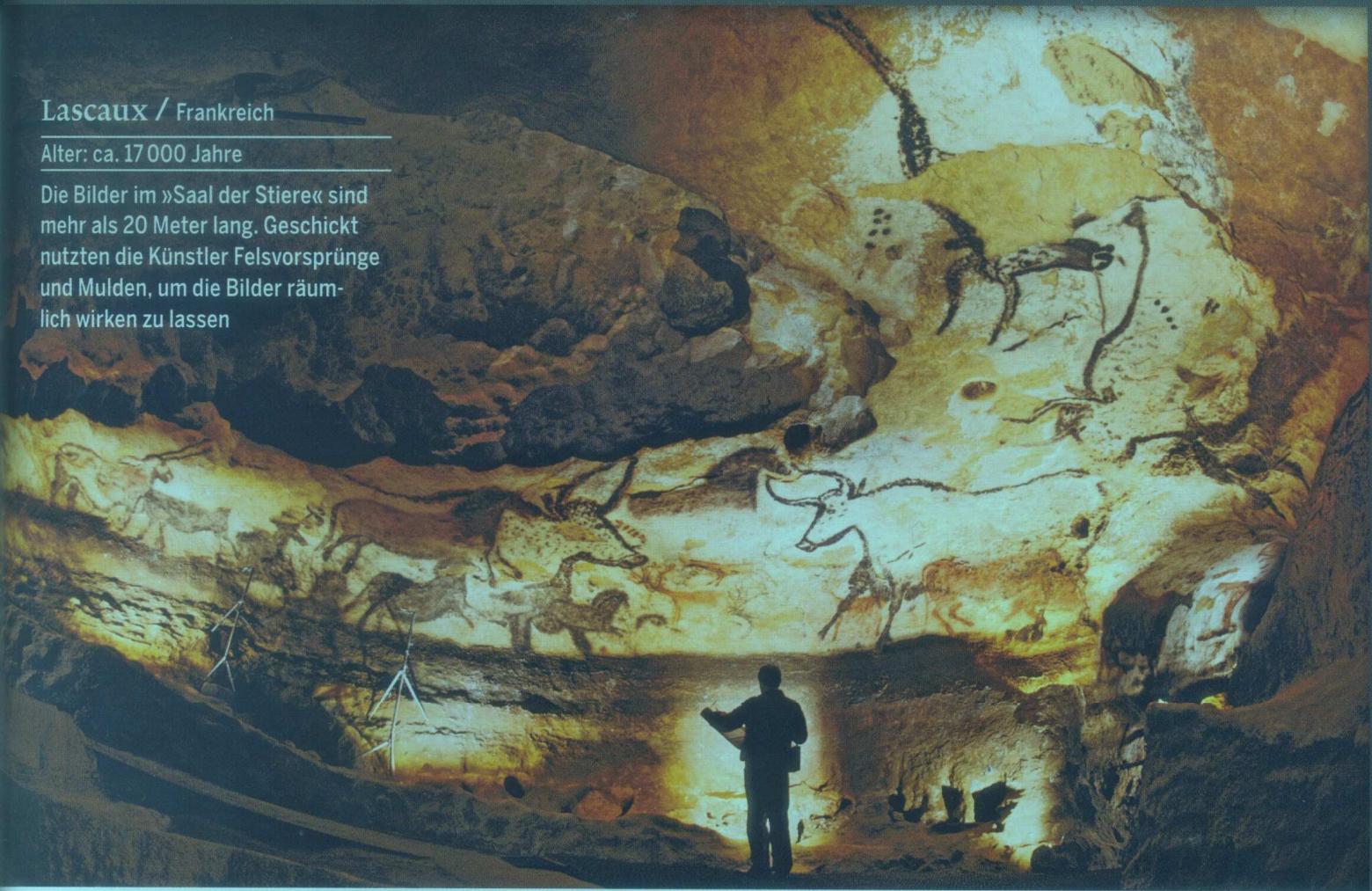
Und fast überall, wo er ankommt, trifft *H. sapiens* auf den Neandertaler, der bis dahin über 100 000 Jahre lang allein über den Kontinent gezogen ist. Diesem robusten, sprachbegabten und kulturell durchaus erfolgreichen Alt-Europäer erwächst in dem zähen und erfindungsreichen Neanderthalen sehr bald ein Konkurrent.

Denn der *Homo sapiens* in Europa, nach einer Fundstelle in der Dordogne auch als Cro-Magnon-Mensch bezeichnet, entwickelt neue Techniken. Feuersteine verarbeitet er auf ausgefeilte Weise zu Klingen, Sticheln, Spitzen oder Bohrern, fertigt aus Knochen und Geweihen Pfeilspitzen, Ahlen und Nadeln, die er gelegentlich mit Ornamenten verziert. Aus Elfenbein und anderen Zähnen erlegter Tiere werden

Lascaux / Frankreich

Alter: ca. 17 000 Jahre

Die Bilder im »Saal der Stiere« sind mehr als 20 Meter lang. Geschickt nutzten die Künstler Felsvorsprünge und Mulden, um die Bilder räumlich wirken zu lassen



Immer vielfältiger werden die Werkzeuge, immer feiner die Schmuckstücke

Tiere werden kleine Pretiosen geschnitten – Perlen, Halsketten oder Figürchen.

Die Kunst, die im Süden Afrikas schon einmal aufgeblüht ist, wird im Europa der jüngeren Altsteinzeit immer raffinierter und spektakulärer. Bald schon beginnt *H. sapiens*, mit Ocker, Erzen und Kohle die Höhlen auszumalen, in denen er lebt und seine Kultstätten pflegt.

Eines der ältesten Felsbilder entsteht vor etwa 35 000 Jahren in der norditalienischen Fumane-Höhle: Dargestellt sind ein Tier und ein tierköpfiger Mensch. Etwas später, vor rund 32 000 Jahren, malen Steinzeit-Künstler meterlange, noch heute beeindruckende Bilder von Tieren und Tiergruppen an die Wände der französischen Grotte Chauvet: Wollnashörner und Höhlenlöwen, Mammuts, Pferde und Wisente. Was sie dazu antrieb, ist unklar. Womöglich waren es rituelle oder kultische Motive.

Doch widmen sich diese Menschen auch bereits anderen Formen der Kunst: 35 000 Jahre alt ist das früheste erhaltene

Musikinstrument – eine Flöte aus Schwanenknochen, gefunden in einer Höhle auf der Schwäbischen Alb. Und vor etwa 32 000 Jahren schnitzt ein Cro-Magnon-Künstler ebenfalls in Schwaben aus Mammutfelsenbein eine menschliche Figur mit einem Löwenkopf. Vielleicht stellt sie einen Schamanen dar, denn die schamanistische Naturmystik gilt als wahrscheinliche Urform aller Religionen.

Den Neandertalern dagegen, so vermutet der Paläoanthropologe Bräuer, fehlte schlicht die Zeit, um sich mit solcherlei Dingen abzugeben: „Die waren vollauf mit dem Kampf ums Überleben beschäftigt: Denn sie benötigten täglich 5000 Kilokalorien.“ Der moderne Mensch hat einen deutlich niedrigeren Kalorienbedarf – und eine längere Lebenserwartung. Das verschaffte ihm den Freiraum, in dem sich Religion, Kunst und Kultur entwickeln konnten.

Die Neandertaler überleben nicht. Vor knapp 30 000 Jahren verschwinden sie innerhalb relativ kurzer Zeit.

Homo sapiens aber entwickelt in den folgenden Jahrtausenden seine Kultur und seine Kulturtechniken immer variante reicher und ausdrucksstärker: Rund 17 000 Jahre alt sind die grandiosen Tierdarstellungen aus der Höhle von Lascaux, kaum 2000 Jahre jünger jene aus der spanischen Altamira-Höhle (siehe Seite 148). Immer spezialisierter werden die Feuersteingeräte, immer vielfältiger die Knochenwerkzeuge, immer feiner der Zahn- und Elfenbeinschmuck. Und als vor etwa 11 000 Jahren nach etwas mehr als einem Jahrhunderttausend die große Eiszeit endet, beginnt *Homo sapiens* in Europa und anderswo, Siedlungen zu gründen, sesshaft zu werden, Obst und Getreide anzubauen, Nutztiere zu züchten.

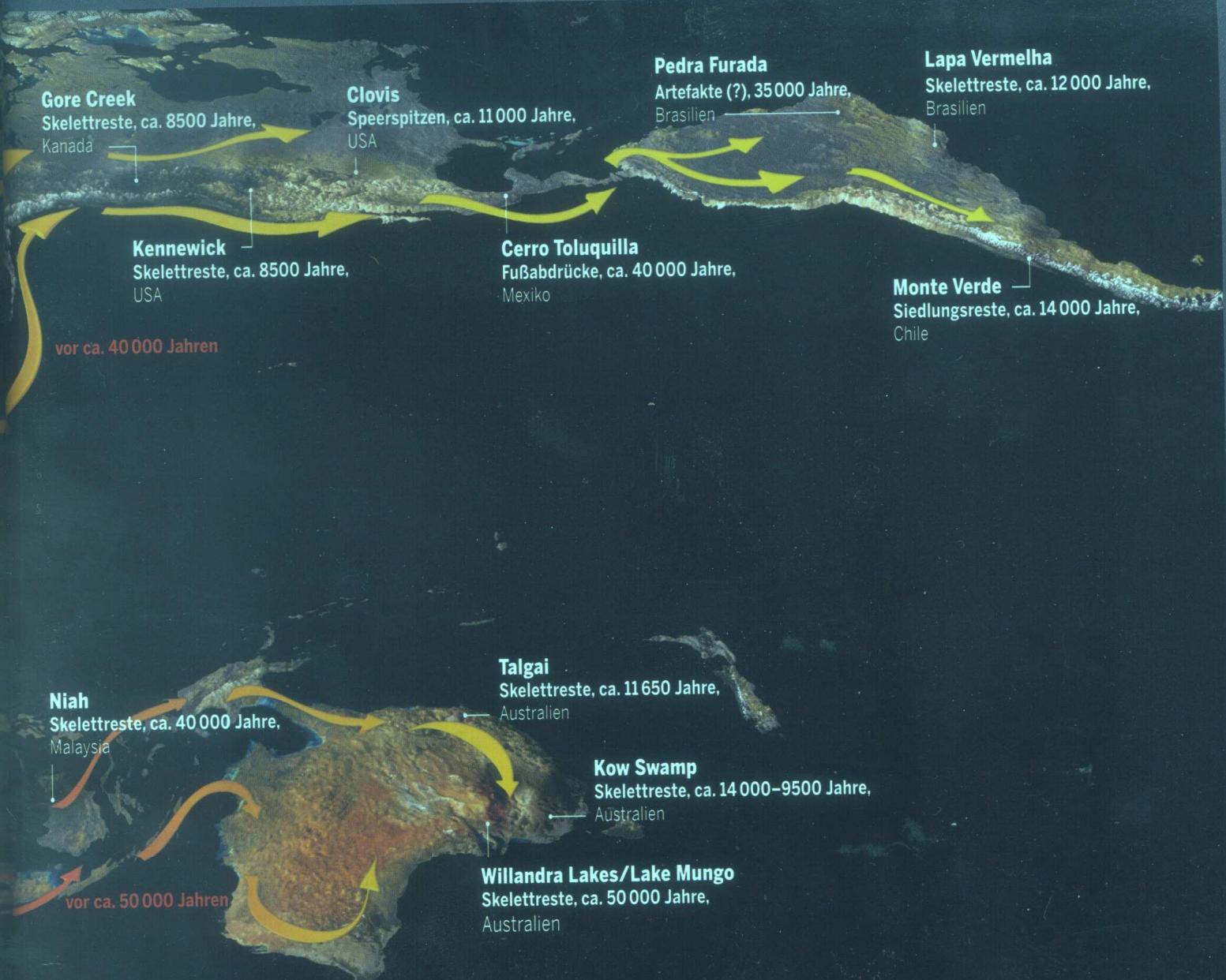
Von nun an wird sich der Mensch die Erde untertan machen. □

Wissenschaftliche Beratung: Prof. Dr. Günter Bräuer, Universität Hamburg. Bräuer wurde vor kurzem mit dem renommierten Preis für Wissenschaftsvermittlung der Werner und Inge Grüter-Stiftung ausgezeichnet.

Wie die Welt besiedelt wurde

Ausbreitungs Routen und ausgewählte Fundorte von Fossilien und Hinterlassenschaften des *Homo sapiens*





Es war eine sehr, sehr lange Reise. Sie erstreckte sich über einen Zeitraum von fast 90 000 Jahren. Und sie endete erst, als sich *Homo sapiens* vor mehr als 10 000 Jahren über alle Erdteile mit Ausnahme der Antarktis verbreitet hatte. Im Verlauf von Jahrzehntausenden entwickelte der moderne Mensch in seiner jeweils neuen Heimat immer differenziertere Sozialstrukturen, immer komplexere Handwerkstechniken, immer ausdrucksreichere Sprachen und ein immer variantenreicheres kulturelles Schaffen.

Von den vielen Fundorten auf der Erde mit Relikten aus jener Zeit, als die Welt besiedelt wurde, zeigt diese Karte nur rund 30. Mit ihnen lässt sich illustrieren, auf welchen Routen unsere Vorfahren vermutlich ihre afrikanische Heimat verlassen haben. Entsprechend ist auch die Karten-Perspektive gewählt, orientiert am wahr-

scheinlichen Ausgangspunkt der großen Reise, südlich des Roten Meeres.

Natürlich können die hier angegebenen Ausbreitungs-routen und Zeitangaben nur Näherungswerte sein. Umstritten unter den Paläontologen ist insbesondere noch der Zeitpunkt der Besiedelung Amerikas. Viele Wissenschaftler nehmen dafür ein jüngeres Datum an: Sie gehen davon aus, dass der Doppelkontinent vor etwa 12 000 bis 15 000 Jahren von Norden her besiedelt worden ist. Neueste Erkenntnisse von britischen Forschern legen allerdings den Schluss nahe, dass die ersten anatomisch modernen Menschen möglicherweise schon viel früher – vor rund 40 000 Jahren – die Neue Welt erreicht haben; so alt jedenfalls sollen in Mexiko gefundene Fußspuren sein. Die neue Datierung ist deshalb auch in diese Karte übernommen worden.

Wunderbilder aus der Dunkelheit

1879 entdeckt der Landadelige Marcelino Sanz de Sautuola an den Wänden einer Höhle auf seinem nordspanischen Grundstück Darstellungen urzeitlicher Tiere. Der Hobby-Paläontologe schätzt deren Alter auf 14 000 Jahre. Doch die Fachwelt unterstellt, Sautuola habe sie selbst an die Wände pinseln lassen

Text: Till Hein

Ein Tag im Spätsommer 1879. Der Großgrundbesitzer Marcelino Sanz de Sautuola durchstreift mit seiner neunjährigen Tochter María seine Ländereien nahe der nordspanischen Provinzstadt Santander und zeigt ihr einen besonderen Ort: die Höhle von Altamira. Sautuola ist Jurist, doch jede freie Minute widmet er der Erforschung der Natur und der Vorzeit.

Bei früheren Vorstößen in die 270 Meter lange Höhle ist er auf prähistorische Werkzeuge aus Knochen und Feuerstein gestoßen. Und kürzlich hat er auf der Pariser Weltausstellung Steinzeitkunstwerke bewundert: kleine bildliche Darstellungen auf Tierknochen. Ob solche Gegenstände womöglich auch in der Altamira-Höhle zu entdecken sind?

Systematisch wie ein Archäologe untersucht Sautuola an diesem Tag den Höhlenboden, ohne die Wände weiter zu beachten. Seine Tochter María klettert fröhlich in den Gängen umher und lässt ihren Blick frei schweifen. Die Höhle ist 1868 durch Zufall entdeckt worden. Ein Jagdhund war zwischen Felsbrocken steckengeblieben. Als der Jäger den Hund befreien wollte, fiel ihm der verschüttete Eingang zu der Grotte auf. Nur Sautuola hat die auf seinem Grundstück liegende Höhle seither ein wenig erforscht.

„Mira, papá, bueyes!“, reißt Marias Stimme den Vater plötzlich aus der Konzentration: „Schau, Papa, Ochsen!“

Sautuola hebt den Kopf. Erst jetzt nimmt er die Decke der Höhle wahr: Sie ist über und über mit archaisch anmutenden Tiermotiven in Rot, Schwarz und Ockergelb bemalt. Ein Deckenfresko, dessen Farben leuchten, als wären sie soeben mit dem Pinsel aufgetragen worden.

Genau genommen, sind es keine Ochsen, sondern Wisente: 27 Stück, und mit jeweils rund zwei Meter Länge beinahe lebensgroß. Darüber hinaus haben die prähistorischen Maler vier Hirschkühe, einen

Hirsch und zwei Urpferde im Bild festgehalten. Die mächtigen Tiere wirken wie direkt aus ihrer natürlichen Bewegung an die Höhlendecke gebannt: Manche wälzen sich im Schlamm, andere rennen, einige scheinen zu brüllen.

Die Künstler von Altamira haben mit erstaunlicher Raffinesse gearbeitet: An manchen Stellen sind die Farbschichten nach dem Auftrag teilweise wieder von der Wand geschabt worden, um durch die hellere Tönung Dreidimensionalität anzudeuten. Und einige der Tiere sind auf Felsbuckel gemalt: Sie springen den Betrachter förmlich an.

Fassungslos starrt Sautuola auf die Tierbilder. Nirgendwo ist bisher ein derartiges Höhlengemälde entdeckt worden. Dieses könnte der erste Beweis dafür sein, dass unsere steinzeitlichen Vorfahren in der Lage waren, die sie umgebende Natur in Abbildungen festzuhalten (siehe Seite 132).

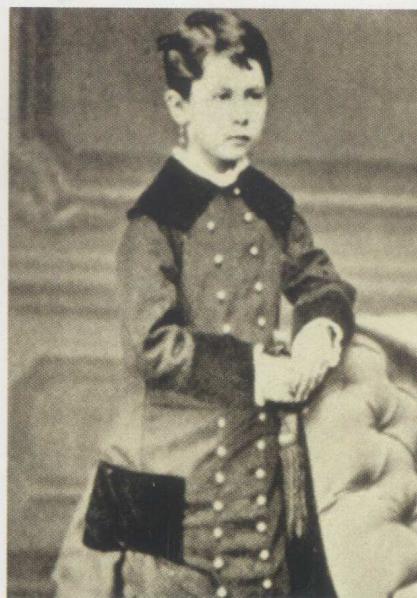
Um die Darstellungen zu datieren, untersucht Sautuola unter anderem den Höhlenboden und findet in einer der Schichten Farbpigmente, die sich auch in den Malereien nachweisen lassen. In einem Fachbuch zur Naturgeschichte glaubt er zudem das Vorbild für die Wisente entdeckt zu haben: *Bison priscus*, eine ausgestorbene Rinderrasse.

Schließlich wagt er eine mutige Schätzung: Die Felsmalereien sind seiner Meinung nach vor etwa 14 000 Jahren entstanden, am Ende der Altsteinzeit (1990 wird diese Datierung per Radiokarbonmethode bestätigt). 1880 veröffentlicht der Landadelige eine erste Schrift zu den Altamira-Malereien. Wissenschaftler nehmen die spektakuläre Entdeckung zunächst begeistert auf. Die Felsmalereien werden auf Fachkongressen vorgestellt, in Zeitschriften erscheinen Fotoreportagen und Hintergrundberichte. Der König von Spanien reist an.

Die 18 Meter lange, neun Meter breite Halle mit den gewaltigen Tierbildern ist der Prunksaal der Höhle. Auch in schwer erreichbaren Nebengängen finden sich unzählige prähistorische Malereien,



Die 270 Meter lange Höhle von Altamira ist die erste, in der steinzeitliche Kunst zu bestaunen war. Die eindrucksvollsten Bilder finden sich im so genannten Saal der polychromen Malerei (gelb). Heute ist die Höhle für Besucher weitgehend gesperrt, denn Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit drohen die Kunstwerke zu zerstören



Marcelino Sanz de Sautuola

(1831–1888) ist zwar Landbesitzer und Jurist, doch mehr als für Paragrafen engagiert er sich für sein Hobby, die Erforschung der Urgeschichte. Als erster moderner Mensch sieht Sautuolas neunjährige Tochter María die Höhlenbilder im Lampenlicht. Aufgeregt ruft sie: „Mira, papá, bueyes!“ – „Schau, Papa, Ochsen!“

Zeichnungen und Gravierungen. Wovon sie zeugen – ob von Jagdzauber, von Fruchtbarkeitsritualen oder einem geheimnisvollen Totenkult –, darüber streiten die Forscher bis heute. Mit Sicherheit aber öffnen die Altamira-Malereien ein Zeitfenster: Sie erwecken längst ausgestorbene Tiere aus der Steinzeit gleichsam wieder zum Leben. Und sie vermitteln einen Eindruck davon, wie unsere prähistorischen Vorfahren die Welt erlebt haben.

Doch plötzlich melden sich Kritiker. Die Felsmalereien seien Fälschungen, heißt es. Sautuola habe sie persönlich bei einem befreundeten Künstler in Auftrag gegeben, um sich wichtig zu machen.

Die Prähistorie ist im späten 19. Jahrhundert ein hart umkämpftes Wissensgebiet. Gerade erst hat sich in Fachkreisen Charles Darwins beunruhigende Vorstellung durchgesetzt, dass der Mensch von affenähnlichen Wesen abstamme. Doch selbst Darwin und seine Anhänger beharren auf einer Sonderstellung des modernen Menschen – die Urmenschen gelten auch ihnen als primitiv. Und nun sollen diese Halbaffen plötzlich großartige Künstler mit ästhetischem Empfinden gewesen sein?

Die Prähistoriker fürchten, in eine Falle zu tappen: Sollten sie die Altamira-Malereien für authentisch erklären und hinterher stellte sich heraus, diese seien gefälscht, wären sie und ihr noch umstrittenes Fachgebiet blamiert.

Zudem herrschen unter den Wissenschaftlern nationale Rivalitäten: Die Altamira-Höhle liegt in Spanien; die prähistorische Forschung aber wird von Franzosen dominiert. 1881 kommt ein Experte der Pariser Anthropologischen Gesellschaft denn auch zu dem Befund, die Höhlenmalereien seien keineswegs vor 14 000 Jahren entstanden, sondern um das Jahr 1877. In einem großen Handbuch zur Vorgeschichte, das der einflussreiche französische Prähistoriker Emile Cartailhac 1887 herausgibt, wird Sautuolas Fund mit keiner Zeile erwähnt.

Als jedoch in der Folge ausgerechnet in Frankreich weitere Höhlen mit bildlichen Darstellungen aus der Steinzeit entdeckt werden, wird es für Cartailhac und dessen Kollegen immer schwieriger, auf ihrer ablehnenden Position zu beharren.

Zwar gelingt es ihnen noch, die 1881 entdeckten Felsritzungen in der Grotte von Pair-non-Pair bei Bordeaux zu ignorieren. 1895 jedoch sorgt die gravierte Darstellung eines Wisents an einer Grottenwand in La Mouthe für großen Wirbel. 1901 werden Höhlenmalereien im südfranzösischen Les Combarelles entdeckt, und im selben Jahr in Font-de-Gaume Bilder von Wisenten, die stilistisch an Altamira erinnern. All diese Darstellungen, so stellt sich nach Analysen heraus, sind mehr als 12 000 Jahre alt.

Schließlich muss Cartailhac seinen Fehler eingestehen: „Man darf die Augen vor den Tatsachen nicht verschließen“, erklärt er 1902 in seiner öffentlichen Entschuldigungsschrift „Mea culpa d'un sceptique“. Sautuola ist rehabilitiert. In den darauf folgenden Jahrzehnten werden in Frankreich Höhlen mit noch älteren Malereien entdeckt – etwa in Lascaux (18 000 Jahre) und Chauvet (32 000 Jahre).

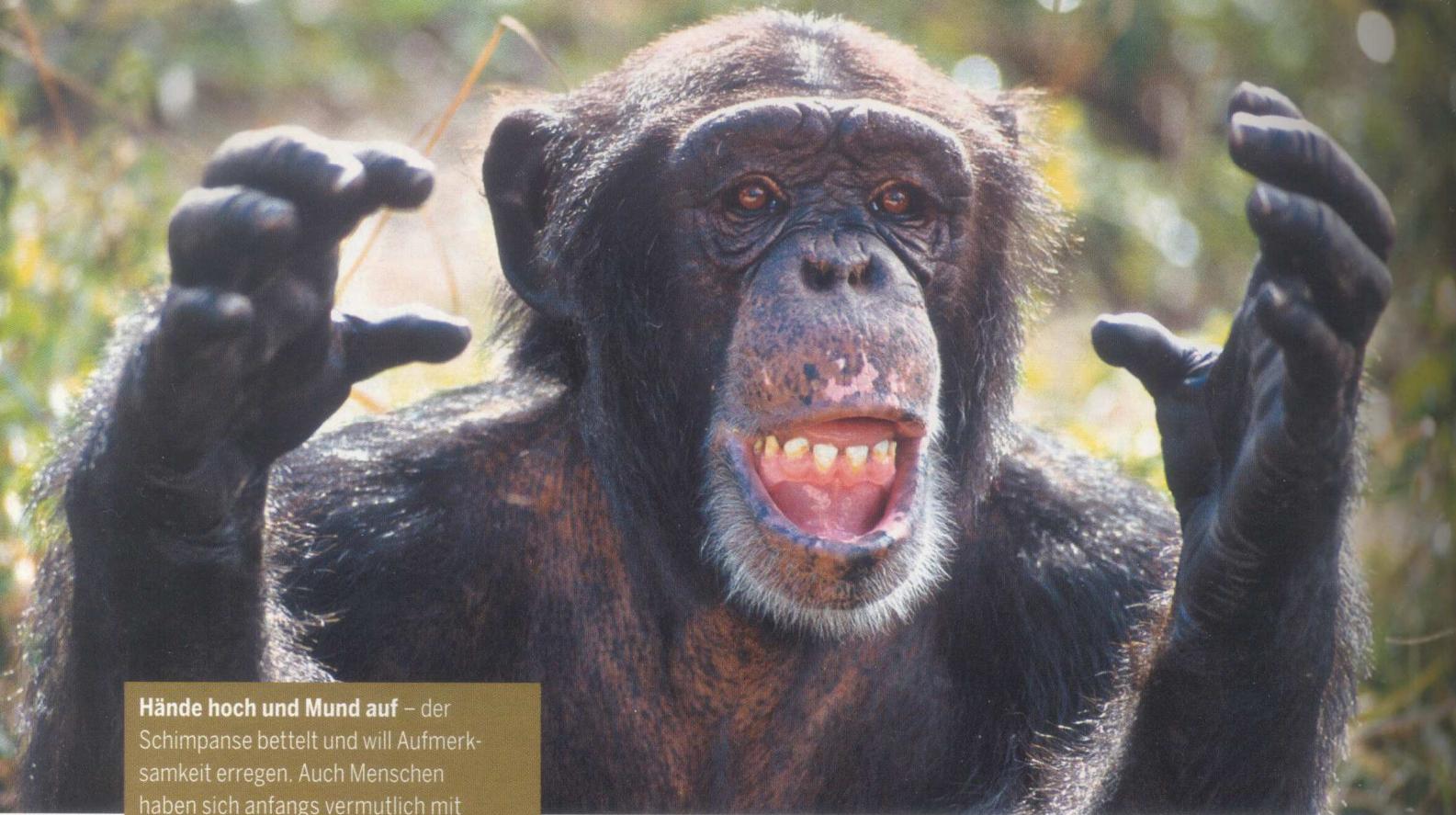
1902 besucht Emile Cartailhac zum ersten Mal den Fundort in Nordspanien. „Altamira ist die schönste, die seltsamste, die aufregendste von allen bemalten Höhlen“, schreibt er an einen Freund. „Wir leben in einer neuen Welt.“ Auf dieser Reise erweist er auch María Sanz de Sautuola, der Entdeckerin der „Ochsen“, seine Reverenz.

Deren Vater Marcelino Sanz de Sautuola indes, der jahrelang für eine angemessene Würdigung der Bildhöhle gekämpft hat (die, wie sich später herausstellt, bei einem Steinschlag vor 13 000 Jahren verschüttet worden war), erlebt den späten Triumph nicht mehr. Er ist 1888 gestorben. Verbittert darüber, dass ihm die Welt keinen Glauben schenkte. □



Bison priscus, eine heute ausgestorbene Wisentart, war das Lieblingsmotiv der Höhlenmaler von Altamira. Bei der Darstellung setzten die Urzeitkünstler verschiedene Ockertöne und schwarze Farbe aus Manganerde ein

Till Hein, 36, ist freier Autor in Berlin.

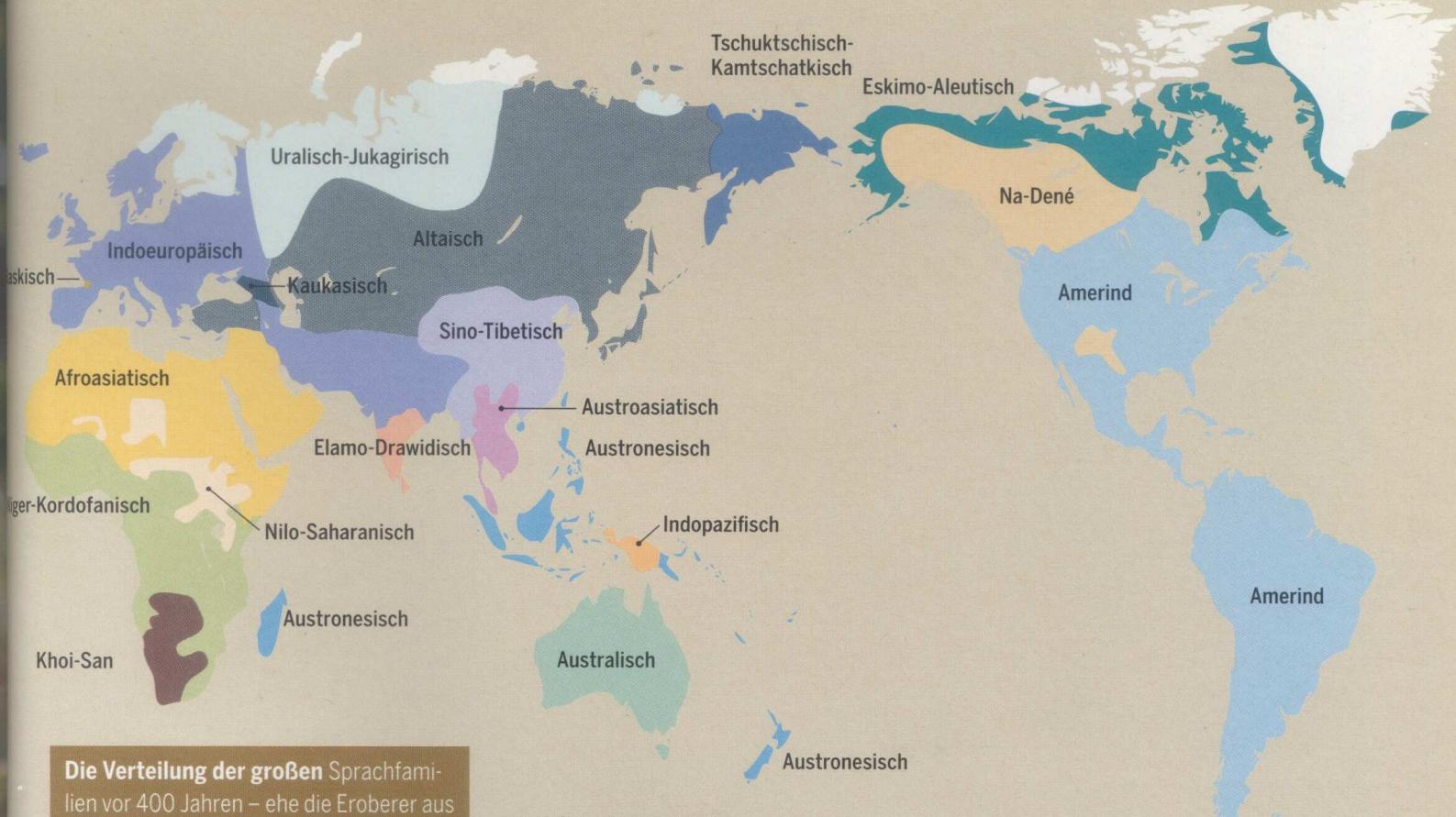


Hände hoch und Mund auf – der Schimpanse bettelt und will Aufmerksamkeit erregen. Auch Menschen haben sich anfangs vermutlich mit Gesten und Rufen verständigt.

Hier Vokale, da Konsonanten, dort Knack- und Schnalzlaute: Rund 6000 Sprachen werden heute auf der Welt gesprochen, und alle haben vermutlich den gleichen Ursprung – die Ursprache der frühen Afrikaner. Linguisten versuchen, die sprachlichen Fossilien wieder freizulegen

Die Macht des Wortes

Text: Katharina Kramer



Die Verteilung der großen Sprachfamilien vor 400 Jahren – ehe die Eroberer aus Europa kamen. Danach wurden viele einheimische Sprachen durch das Spanische und Englische verdrängt

GEO-Grafik, Quelle: Dimitri Schidlovsky

Nach monatelanger Schiffs fahrt trifft der Brite William Jones im Jahr 1783 in Kalkutta ein. Dort wird er am Obersten Gericht Bengalens als Richter arbeiten. Doch der Jurist, der bereits mehr als 30 Sprachen beherrscht, freut sich weniger auf sein neues Amt als darauf, endlich auch Sanskrit zu lernen. Schon bald bemerkt er zu seinem Erstaunen, dass die klassische Sprache des Subkontinents ihm längst nicht so fremd ist, wie er erwartet hat. Wörter wie „matá“ (Mutter) und „duvá“ (zwei) kann er gut verstehen – sie ähneln den lateinischen Vokabeln „mater“ und „duo“.

Jones drängt sich ein Verdacht auf: „Sanskrit ist dem Lateinischen und Griechischen so nahe, dass dies kein Zufall sein kann. Kein Philologe könnte alle drei untersuchen, ohne anzunehmen, dass sie einer gemeinsamen Quelle entstammen, die möglicherweise nicht mehr existiert.“

Diese Passage einer Rede, die Jones 1786 vor der Asiatic Society of Bengal in Kalkutta hält, markiert die Geburtsstunde der historischen Sprachwissenschaft.



Drohgebärden, Brusttrommeln, Zähneblecken – für die beiden Berggorillas Zeichen einer ernsthaften Auseinandersetzung

Jones hat eine Sprachfamilie entdeckt, die Linguisten heute indoeuropäisch (in Deutschland auch indogermanisch) nennen. Aus dem Indoeuropäischen sind nicht nur beispielsweise Deutsch und Englisch sowie alle keltischen, romanischen und slawischen Sprachen hervorgegangen, sondern auch Hindi und Persisch. Sprachen dieser Familie werden heute von fast der Hälfte der Weltbevölkerung gebraucht.

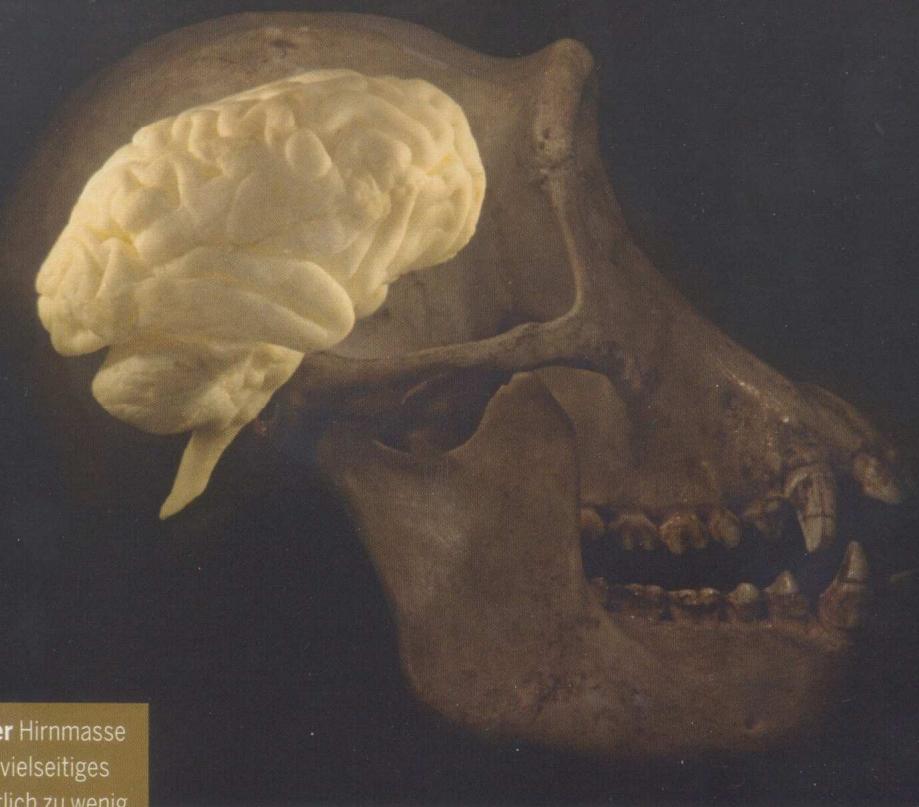
Seit der Pionierleistung des William Jones fahnden Linguisten in aller Welt nach den Wurzeln der rund 6000 derzeit auf der Erde verwendeten Sprachen.

Welche Ursprachen mag es gegeben haben, und wie haben sie gelautet? Was verraten sie über ihre Benutzer und deren Wanderbewegungen? Auf wie viele Ursprachen lässt sich die heutige Sprachenvielfalt zurückführen?

Und nicht zuletzt: Wie kam der Mensch überhaupt zur Sprache, nachdem sich seine Vorfahren vor mehr als sechs Millionen Jahren von den Affen abgespalten hatten?

In den letzten Jahrzehnten haben Linguisten, Genetiker und Paläontologen zahlreiche Indizien zutage gefördert, die ihnen zumindest eine Ahnung von der Entwicklung der menschlichen Sprache vermitteln.

Die frühesten **Hominiden** haben wahrscheinlich ähnlich kommuniziert wie heutige Affen in der Wildnis. Die stoßen unter anderem Kontakt- und Warnrufe aus. So produzieren Grüne Meerkatzen (eine afrikanische Affenart) unterschiedliche Schreie, je nachdem, ob sich eine Schlange, ein Adler oder ein Leopard nähert. Allerdings bleibt das Lautrepertoire bei Affen be-



Rund 400 Kubikzentimeter Hirnmasse reichen Schimpansen für ihr vielseitiges Verhalten – sind aber vermutlich zu wenig für die Entwicklung von Sprache. Kommunikationsfähig sind die Affen gleichwohl

Ein spezielles Gen befähigt *Homo*

grenzt, da es nicht erlernt wird, sondern genetisch vererbt ist. Obendrein mangelt es unseren nächsten Verwandten an Zungen- und Atemkontrolle.

Dafür sind ihre Gesten flexibler. Gorillas trommeln sich auf die Brust, um andere zum Spiel aufzufordern oder ihren Status zu demonstrieren. Schimpansen-Männchen zeigen, wenn sie Geschlechtsverkehr möchten, der Ausgewählten den Penis. Junge Orang-Utans halten gelegentlich die offene Hand vor das Gesicht ihrer Mutter, um Futter zu erbetteln.

Die flexiblen Gesten der Affen legen nahe, so die Primatologin Katja Liebal von der Universität Portsmouth, dass auch unsere frühen Ahnen sich zunächst vor allem gestisch verständigt haben.

Vor mehr als 500 000 Jahren kam es dann bei *Homo erectus* zu anatomischen Veränderungen. Der Kehlkopf senkte sich – vielleicht, weil männliche Hominiden mit tiefer Stimme einen stärkeren Eindruck erweckten und somit im Kampf um Revier und Artgenossinnen einen Selektionsvorteil hatten.

Mit dieser Anpassung ergab sich unverzehens, sozusagen als Abfallprodukt, mehr Raum und Beweglichkeit für die Zunge – unabdingbar für menschliche Sprache. Ferner dehnte sich das Rückenmark aus, wodurch weitere Vernervungen von Muskeln im Brustbereich entstanden. Das brachte unseren Vorfahren eine bessere Atemkontrolle, ohne die flüssiges Reden unmöglich wäre.

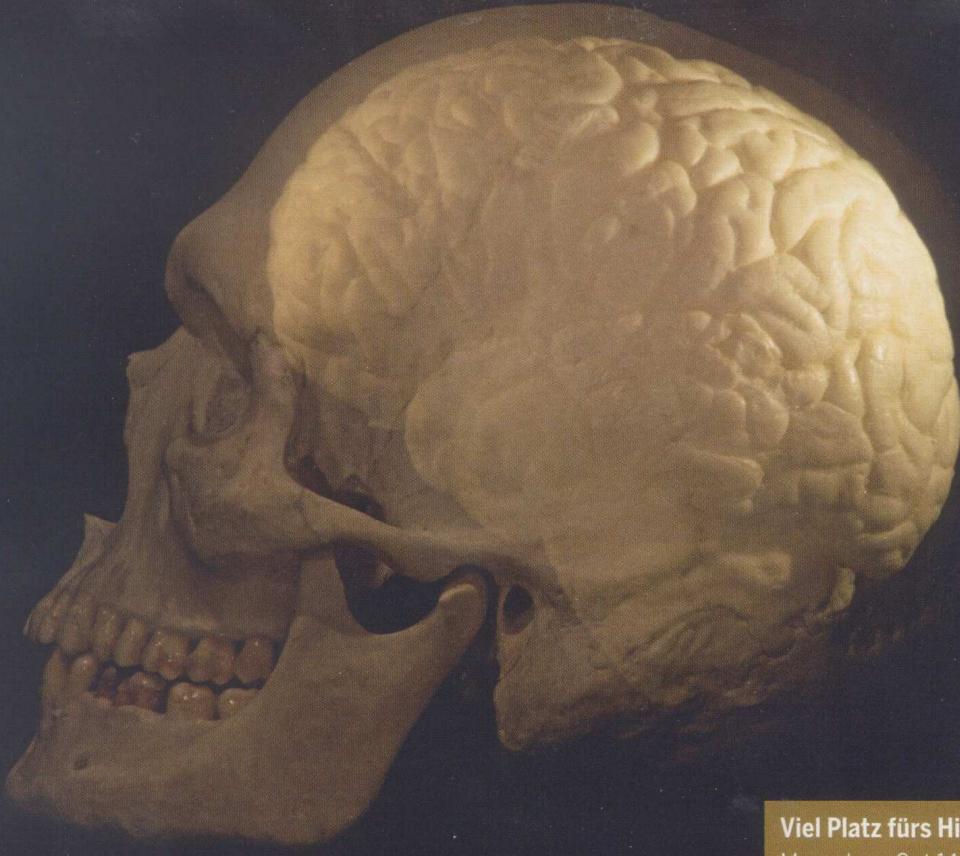
Zudem begann vor 500 000 Jahren bei einer Übergangsform von *Homo erectus* zu *Homo sapiens* das Gehirn im Verhältnis zur Körpergröße stark anzuwachsen. So sehr, dass der Nachwuchs – weil sich das Becken infolge des aufrechten Gangs verengt hatte – mit seinem Riesenkopf nur noch schwer den engen Geburtskanal der Mutter passieren konnte.

Im Verlauf der Evolution ergab sich aber eine elegante Lösung: Das Gehirn wächst inzwischen beim *H. sapiens* nach der Geburt stärker als davor – die menschliche Existenz beginnt mit nur 25 Prozent des endgültigen Hirnvolumens. Während das Gehirn etwa von Schimpansenbabys ein Jahr nach der

Geburt weitgehend ausgewachsen ist, dauert dieser Vorgang beim Menschen zehn Jahre.

Das Gehirn wächst und formt sich vor allem in der Sprachlernphase, so die Erkenntnis des Paläoanthropologen Jean-Jacques Hublin vom Leipziger Max-Planck-Institut für Evolutionäre Anthropologie. Wie wichtig die Dauer des Hirnwachstums nach der Geburt für den Spracherwerb ist, zeige sich bei Kleinkindern, deren Gehirn sich zu schnell entwickelt: Sie bleiben sprachlich zurück.

Der Mensch des Paläolithikums vor etwa 250 000 Jahren organisierte sich allmählich immer enger in Gruppen – zur Versorgung der Kinder, die inzwischen viel abhängiger von ihren Eltern waren als noch die Sprösslinge des Australopithecus. Aber auch beim Jagen und beim Anfertigen feinerer Werkzeuge und Waffen nutzte enge Zusammenarbeit. Lernen, imitieren und informieren: All das spielt eine immer größere Rolle und begünstigt die Entwicklung von Sprache.



Viel Platz fürs Hirn lässt der Schädel des Menschen: Gut 1400 Kubikzentimeter Hirnvolumen erlauben ihm im Unterschied zu allen anderen Lebewesen komplexe Leistungen wie etwa das planende Denken

sapiens, sich verständlich auszudrücken

Vor höchstens 200 000 Jahren verbreitete sich dann bei *H. sapiens* das so genannte Sprachgen FoxP2. Dieses befähigt den Menschen, klar zu artikulieren, grammatisch korrekt zu reden und beim Zuhören Wörter und Grammatik richtig miteinander zu korrelieren. Das haben Genetiker an Menschen herausgefunden, bei denen dieses **Gen** nicht intakt ist und die entsprechende Sprachprobleme haben.

Etwa zur Zeit der raschen Ausbreitung dieses Gens bildete sich wohl eine erste menschliche Sprache heraus. Vielleicht ähnelte sie zunächst dem Brabbeln kleiner Kinder: aus Einzelwörtern zusammengesetzt und grammatisch ungeregelt.

Nach und nach könnten aus Wörtern grammatische Strukturen gewachsen sein – so wie auch in der späteren Sprachgeschichte. Beispielsweise entstand unsere „-te“-Vergangenheitsform in Wörtern wie „sagte“ aus der urgermanischen Vokabel „doghom“, die „getan“ hieß.

Vor etwa 100 000 Jahren bediente sich der anatomisch moderne *H. sapiens* in

Afrika wahrscheinlich schon einer vollwertigen Sprache. Da alle heute lebenden Menschen auf eine afrikanische Urvölkerung zurückzuführen sind, könnte es zu Beginn der Menschheitsgeschichte tatsächlich eine gemeinsame Ursprache gegeben haben.

Wie sie lautete, hat der – freilich bei Kollegen umstrittene – amerikanische Linguist Merritt Ruhlen zu rekonstruieren versucht, indem er aus heutigen und früheren Sprachen aller Länder 27 Wörter dieser Weltursprache ermittelte. Demnach sagten unsere frühen Ahnen etwa „Aja“ für „Mutter“ und „Tik“ für „Finger“.

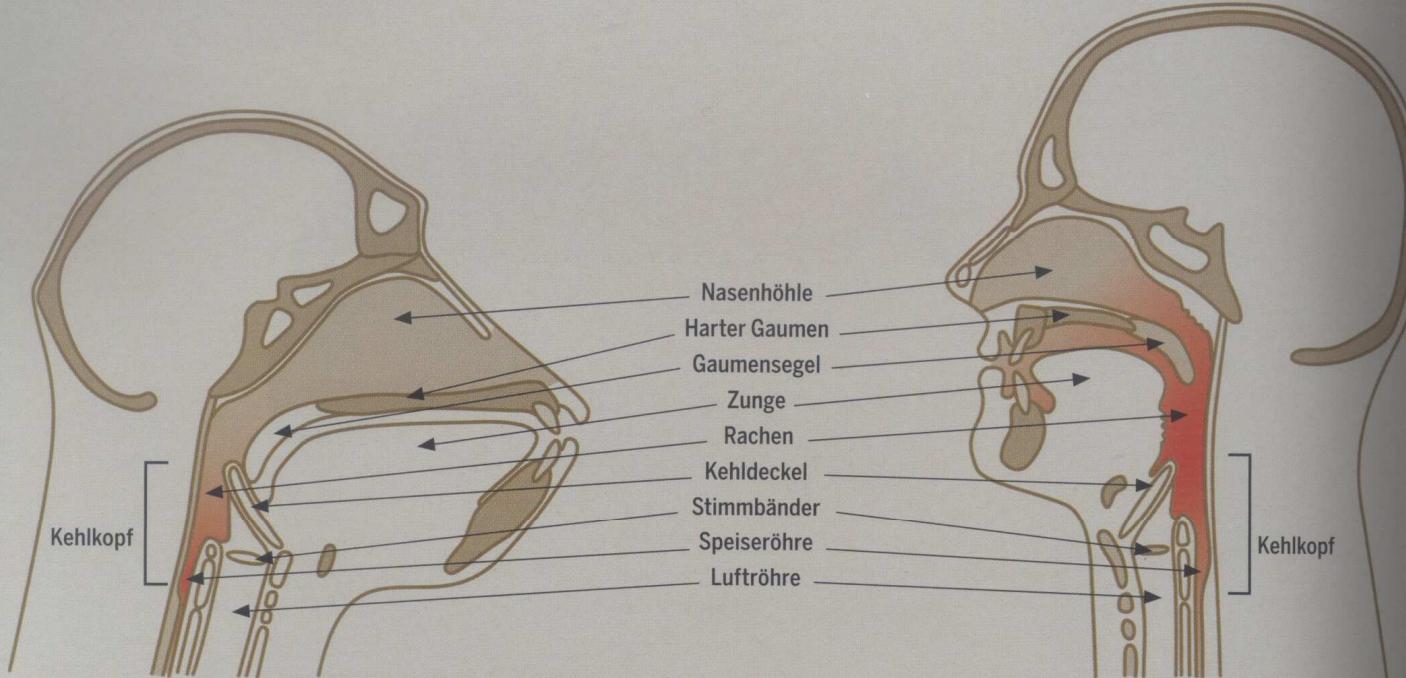
Von Ostafrika aus zogen erste *H. sapiens* nach Asien. Diese früheste Aufspaltung der menschlichen Stammgruppe in Afrika zeigt sich auch darin, dass die schwarzafrikanischen Sprachen vergleichsweise isoliert sind. So produzieren die Buschleute im südlichen Afrika bis zu 80 Knack- und Schnalzlaute, die es nirgends sonst auf dem Erdball gibt.

Während der Mensch sich allmählich über den Planeten ausbreitete, entstan-

den durch Gruppenspaltungen immer neue Sprachen. Erst nachdem Asien und Australien besiedelt waren, fanden vor rund 40 000 Jahren moderne Menschen nach Europa. Fast alle Sprachen, die zu jener Zeit dort in Gebrauch waren, wurden später von den indoeuropäischen verdrängt.

Vor etwa 12 000 Jahren lebte in Südwestasien womöglich ein Volk mit einer Sprache, die als Ursprung des Indoeuropäischen gelten kann. Linguisten haben sie „Nostratisch“ – unsere Sprache – genannt. Sie soll zahlreiche Familien hervorgebracht haben: neben Indoeuropäisch auch Altaisch (Türkisch, Mongolisch), Afro-Asiatisch (etwa Arabisch), Kartvel (etwa Georgisch) und Uralisch (etwa Finnisch) – zumindest haben Forscher zwischen all diesen Gruppen Ähnlichkeiten entdeckt, die einen einzigen Ursprung vermuten lassen.

Aharon Dolgopolsky von der Universität Haifa hat 2000 Vokabeln dieser mittelsteinzeitlichen Ursprache rekonstruiert: Wörter für Bogen, Pfeil,



Menschenaffen können zugleich schlucken und atmen, aber nicht sprechen. Der Grund dafür ist die Stellung des Kehlkopfes, der bei ihnen hoch im Hals sitzt und dessen Kehldeckel mit dem Gaumensegel einen Verschluss bildet. Bei *Homo sapiens* sitzt der Kehlkopf dagegen tiefer. Das verschafft ihm einen größeren Resonanzraum, der die Erzeugung von über 100 fein modulierbaren Lauten ermöglicht

Fischnetz, Wildpflanzen und Wildtiere. Keine Begriffe fand er dagegen für Kulturpflanzen, Anbauverfahren oder Nutztiere. Der Forscher folgert daraus, dass das Nostratische von Jägern und Sammlern gesprochen wurde.

Einige von ihnen könnten nach Südosteuropa vorgedrungen sein und die indoeuropäische Kultur begründet haben, die sich vor etwa 6000 Jahren im südlichen Balkan oder in Anatolien ausbreitete. Diese Einwanderer lebten zunächst am Rand der Hochkulturen des südöstlichen Mittelmeers.

Verglichen mit den Sumerern und Babylonieren, die eine Keilschrift gebrauchten, und den Ägyptern mit ihren Hieroglyphen waren die Indoeuropäer wohl noch recht rauhe Völkerschaften: ohne Schrift, ohne Städte und sesshaft nur im Winter; im Sommer zogen sie mit ihren Herden umher.

Archäologische Zeugnisse der Indoeuropäer sind rar. Was wir über sie wissen, haben Forscher vor allem aus ihrer Sprache geschlossen. Die aber enthüllt uns auch Menschen, in deren Lebenswelt bereits viele Merkmale ihrer abendländischen Nachfolgekulturen anklingen. Die Indoeuropäer gebrauchten beispielsweise Wörter für „Haus“ (indoeuropäisch „doms“), für „Wagen“ und „pflügen“ – was nahe legt, dass sie den Ackerbau vorantrieben.

Sie bildeten eine hierarchisch organisierte Gesellschaft. Es gab „Freie“, „Abhängige“, „Priester“ und einen „König“ – das indische Kastensystem und das Alte Rom in Urform. Auch ein Patriarchat hatte sich schon etabliert. Man sprach vom „Familenvater“, nicht etwa von der „Familienmutter“. Der Bräutigam „nahm sich“ die Braut im Aktiv, die Braut wurde im Passiv „genommen“. Zudem verwendete dieses Volk ein kriegerisches Vokabular und strebte offenbar in „Schlachten“ nach „Ruhm“.

Wie aber können wir das Indoeuropäische überhaupt kennen, obwohl keine Schriftzeugnisse existieren? Seit der Entdeckung dieser Sprachfamilie durch William Jones haben Linguisten in mehr als 200-jähriger Kleinarbeit das Indoeuropäische rekonstruiert. Dabei verglichen sie alle Sprachvarianten der Gruppe – einschließlich der heute nicht mehr gebräuchlichen, von denen aber schriftliche Quellen erhalten sind, etwa Gotisch oder Latein.

In den weit auseinander liegenden Verästelungen des indoeuropäischen Stammbaums suchten sie nach Wörtern mit gleicher Bedeutung und ähnlicher Lautung sowie nach grammatischen Gemeinsamkeiten. So fanden sie für „Vater“ unter anderem das lateinische

Wort „pater“, das sanskritische „pitár“, das gotische „fadar“ und das englische „father“. Zudem stießen die Forscher auf Regelmäßigkeiten wie die **Lautverschiebung** von „p“ zu „f“ am Wortanfang bei germanischen Sprachen („pater“ im Lateinischen, „Vater“ und „father“ im Deutschen und Englischen). Daran hielten sie sich bei der Rekonstruktion. Für „Vater“ erschlossen sie die indoeuropäische Form „petér“.

Die längst verklungene Sprache, die so zutage kam, entspricht keineswegs dem, was man sich unter einem primitiven Steinzeit-Idiom vorstellen könnte. Vielmehr verfügten die Indoeuropäer über ein Vokabular, das ebenso viele Wörter hatte wie heutige Sprachen, und über eine ausgewachsene Grammatik, die beispielsweise nicht wie das Deutsche nur vier Fälle (Nominativ, Genitiv etc.) aufwies, sondern acht.

Nachdem die Indoeuropäer ihre Ackerbaumethoden verfeinert hatten, nahm ihre Zahl wegen steigender Nahrungsmittelproduktion und höherer Geburtenrate vermutlich stärker zu. Die jungen Männer suchten nach neuem Ackerland und in Schlachten nach Ruhm. Sie drangen in Gebiete ein, die bereits besiedelt waren, und trafen auf Völker wie die „Vorgriechen“ am Mittelmeer, die Pikten in Schottland, die Finno-Ugrier im Norden.

In 100 Jahren wird jede zweite Sprache ausgestorben sein

In Südwesteuropa begegneten sie womöglich auch Menschen, die das Früh-Baskische sprachen. Baskisch bildet eine Familie für sich und hat als einzige Sprache im Westen Europas den Siegeszug des Indoeuropäischen überlebt.

Wahrscheinlich konnten die Indoeuropäer ihre Sprache deshalb gegen die meisten einheimischen Völker durchsetzen, weil sie ihnen in Ackerbau, Kriegsführung und durch ihre komplexe Gesellschaftsstruktur überlegen waren.

Die Besiedelung Amerikas hat der amerikanische Linguist Joseph Greenberg über Sprachvergleiche zu erhellen versucht.

Er erforschte Hunderte von Indianersprachen nach elementaren Wörtern, etwa Begriffen für Körperteile und Naturscheinungen, da solche selten von anderen Sprachen entlehnt werden und somit am ehesten ursprüngliche Verwandtschaftsbeziehungen preisgeben.

Tatsächlich konnte er die rund 1000 Indianersprachen in drei Familien aufteilen – in eine am Nordpolarkreis, eine im Nordwesten Kanadas sowie eine Mega-Familie, deren Sprecher von Kanada bis Feuerland siedelten und die der Wissenschaftler „Amerind“ benannte.

Da nach seiner Analyse jede dieser drei Familien einer asiatischen Sprachgruppe näher steht als den beiden anderen, folgerte Greenberg, dass Amerika in drei voneinander unabhängigen Einwanderungswellen besiedelt worden ist. Gen- und Zahnuntersuchungen bei amerikanischen Ureinwohnern ergaben ebenfalls diese Dreiteilung. (Freilich: Viele Linguisten zweifeln die riesige Amerind-Familie nach wie vor an.)

Auf insgesamt 200 Ursprachen haben Forscher alle Sprachen der Erde inzwischen zurückgeführt. Manche davon haben Hunderte von Nachfolgesprachen hervorgebracht – das

Indoeuropäische beispielsweise 430 und die austronesische Familie sogar über 1000 Sprachen, die in der asiatischen Pazifikregion gesprochen werden. Diese gehen auf eine einzige Ursprache zurück, die vor rund 6000 Jahren Bauern im heutigen Taiwan gebraucht.

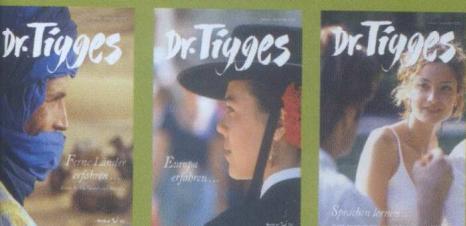
Der Höhepunkt dieser Entwicklung von wenigen zu vielen Sprachen aber ist überschritten. Seit etwa dem 16. Jahrhundert nimmt ihre Zahl wieder ab – zur Zeit der Renaissance gab es wahrscheinlich fast doppelt so viele wie heute.

Als Folge von Kolonialisierung, Verstädterung und Globalisierung – so befürchten Forscher – wird bis zum Ende dieses Jahrhunderts mindestens die Hälfte der heutigen Sprachen ausgestorben sein. □

Katharina Kramer ist Wissenschaftsjournalistin in Hamburg.
Beratung: **Prof. Dr. Bernard Comrie**, Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie, Leipzig; **Prof. Dr. Michael Meier-Brügger**, Freie Universität Berlin.

Dr.Tigges

„Neue Welten, fremde Kulturen, ungewöhnliche Perspektiven – das weckt unsere Neugier.“ Wenn Sie auf Reisen noch das Besondere suchen, dann entdecken Sie die Welt von Dr. Tigges in zwei spannenden Studienreisekatalogen und einem Sprachreisenkatalog. Zu bestellen unter 0431 / 544 60 und www.DrTigges.de – oder in Ihrem Reisebüro.



Nach wie vor Jäger und Sammler?

Denken, fühlen und handeln die Menschen von heute so wie ihre Vorfahren vor Hunderttausenden von Jahren? Evolutionspsychologen sind davon überzeugt

Weshalb haben die meisten Menschen eine instinktive Angst vor Schlangen? Warum lieben sie weite Landschaften mit Bauminseln, die an die afrikanische Savanne erinnern? Und wieso halten fast alle Menschen sexuelle Beziehungen zwischen Geschwistern für unmoralisch?

Solche universell verbreiteten Einstellungen und Verhaltensweisen sind Ausdruck der menschlichen Natur. Sagt Steven Pinker, einer der profiliertesten Vertreter der Evolutionspsychologie. Dieser Wissenschaftsrichtung zufolge wurzelt das Verhalten des Menschen im Pleistozän – noch heute würden wir denken, handeln und fühlen wie Jäger und Sammler vor Hunderttausenden von Jahren.

Die Evolutionspsychologen und ihre Mitstreiter, die Soziobiologen, interpretieren Verhalten im Lichte des von Charles Darwin formulierten Evolutionsprinzips „Kampf ums Dasein“. Das „egoistische Gen“ – so ein von dem britischen Biologen Richard Dawkins geprägter Begriff – wurde zu einer ebenso eingängigen wie umstrittenen Kurzformel der Soziobiologie. Demnach wird das heutige Verhalten der Spezies Mensch durch unsere Urmenschen-Gene beeinflusst, die nach Fortpflanzung und Unsterblichkeit streben. Keinesfalls sei der Mensch ein ausschließlich kulturell geprägtes Wesen.

An den Thesen der Soziobiologen entzündete sich eine erbitterte Debatte um die Rolle von Genen und Umwelt, von Natur und Kultur für das menschliche Verhalten. Für die Gegenseite, die der kulturellen Evolution den entscheidenden Stellenwert zuweist, steht bis heute fest: Soziobiologie und Evolutionspsychologie sind gleichbedeutend mit Sozialdarwinismus, mit einer durch und durch biologischen Determinierung des Menschen, die den Einfluss der Umwelt ignoriert.

Doch plausibel sind deren Thesen allemal. Beispiel Partnerwahl. Experimente in den USA zeigen, dass Männer, wie von Evolutionspsychologen angenommen, in ihrer Partnerwahl tatsächlich eher wahllos sind: Eine gut aussehende Frau fragte beispielsweise bei einem Test wildfremde Männer auf einem Uni-Campus „Würdest du heute abend mit mir schlafen?“. Drei von vier waren sofort dazu bereit. Einem vergleichsweise attraktiven Mann erging es anders: Nur sechs Prozent der Frauen stimmten zumindest zu, mit in seine Wohnung zu kommen.

Die Erklärung der Evolutionspsychologen: Männer haben eher wahllos Sex, weil sie ihre Gene möglichst weit verbreiten wollen. Frauen sind dagegen vorsichtiger, weil ein ähnliches Verhalten eine neunmonatige Schwangerschaft und jahrelange Sorge um ein Kind zur Folge haben kann.

Soziobiologen wie Richard Dawkins würde ein solcher Versuch aber keineswegs zur Rechtfertigung männlichen Verhaltens dienen. Es sei zwar durchaus möglich, dass bei Männern seit Urzeiten tatsächlich eine Tendenz zur Promiskuität bestehe und bei Frauen eine Tendenz zur Monogamie. Aber „welche der beiden Tendenzen in einer Gesellschaft zum Tragen“ komme, hänge natürlich von den „jeweiligen kulturellen Gegebenheiten“ ab.

Die steinzeitlich geprägten Verhaltensweisen werden heute zum Beispiel durch Verhütungsmittel (was Frauen mehr Freiheiten gebracht hat) und durch das Risiko einer Vaterschaftsklage (was Männer gebremst hat) kulturell modifiziert. Gegner der Soziobiologie, so Pinker, verwechselten die Auffassung, genetische Faktoren würden das menschliche Denken und Verhalten beeinflussen, mit der Haltung, genetische Faktoren würden es verursachen.

Andere evolutionspsychologische Erklärungen kommen allerdings so überzeugend daher, dass ihnen so mancher Wissenschaftler voreilig Glauben geschenkt hat. Beispiel Eifersucht. Männer sind den Evolutionspsychologen zufolge vor allem wegen sexueller Fehlritte der Partnerin eifersüchtig – weil sie Gefahr laufen, ein Kind aufzuziehen, das nicht ihres ist; Frauen sind dagegen eher dann eifersüchtig, so die Forscher, wenn sich ihr Partner emotional einer anderen Frau zuwendet und so als Ernährer ausfallen könnte.

Neuere psychologische Arbeiten aber zeigen, dass dieser angebliche Unterschied zwischen Mann und Frau womöglich gar nicht existiert. Bei den Studien zum Thema Eifersucht Anfang der 1990er Jahre waren die Teilnehmer Studenten. Vor einiger Zeit aber hat sich herausgestellt, dass die Geschlechtsunterschiede mit zunehmendem Alter fast vollkommen verschwinden – und in Asien ohnehin seltener sind. Möglicherweise hat Eifersucht eine viel allgemeinere biologische Basis und entspringt der Rivalität unter Geschwistern.

Ähnlich vorsichtig fällt die Antwort zu der Frage aus, ob Männer gewalttätiger sind als Frauen. Zweifellos ist

der Anteil der Männer an Verbrechen höher, je schwerer ein Delikt ist. So werden 99 Prozent aller Morde an Männern von Männern begangen. Evolutionspsychologen erklären dies mit der Risikolust von Männern, die in der Steinzeit gefährliche Tiere jagen mussten, während sich die Frauen in der Höhle um das soziale Leben kümmerten und sich allenfalls darin übten, andere verbal niederrzumachen.

Beobachtungen der Psychologin Anne Campbell, die einige Jahre das Leben von Gangs in New York erforscht hat, zeigen dagegen, dass der Ärger über andere bei beiden Geschlechtern gleich groß ist – und Männer nicht generell risikofreudiger sind. Sie könnten sich offenbar nur schlechter bremsen, wenn es brenzlig werde. „Frauen gehen rücksichtsvoller mit sich um“, so Anne Campbell, „weil sie für Kinder verantwortlich sind.“

Das habe aber nichts mit dem Geschlecht zu tun, sondern mit dem Unterschied zwischen der Rolle eines Versorgers und eines Nicht-Versorgers. Bei zwei Affenarten, den Titi- und Owl-Monkeys, kümmern sich die Männer um den Nachwuchs, und sie werden – eine große Ausnahme bei Tieren – auch älter als die Weibchen.

Zumindest hinterfragen lassen sich auch die Parallelen, die Evolutionspsychologen von den Schimpansen, unseren nächsten Verwandten im Tierreich, zum Menschen ziehen. Keine Frage, bei Schimpansen kommt es häufig zu äußerst gewalttätigen Ausbrüchen, zu regelrechten Feldzügen, bei denen Tiere anderer Gruppen ermordet werden, und zu Kindstötungen. Auch bei Menschen sind diese Verhaltensweisen zu beobachten. Doch warum *Homo sapiens* nicht mit den Bonobos verglichen – Affen, die sich vor mehr als zwei Millionen Jahren von den Schimpansen abgespalten haben und uns genetisch ebenfalls sehr nahe stehen? Bonobos leben in Gruppen friedfertig zusammen, sie führen ein reges Sozialleben, Sex wird als Versöhnungsritual praktiziert. Auch dies findet sich beim Menschen.

Entwicklungspfade sind offenbar alles andere als ausschließlich genetisch determiniert. Das aggressive Potenzial ist vorhanden, aber in welcher Form es sich manifestiert, hängt nicht zuletzt von den Umweltbedingungen ab – beim Menschen wie etwa auch bei jenen Schimpansen, die

früher den tropischen Regenwald entlang des Kongo-Flusses durchstreiften. Vor 2,5 Millionen Jahren gab es südlich des Stroms eine lange Trockenheit und die ebenfalls dort lebenden Gorillas verschwanden. Die überlebenden Schimpansen im Süden hatten nach Ende der Trockenheit ein ungleich größeres Nahrungsangebot, denn Gorillas siedelten sich nicht wieder an. Sie mussten weniger darum konkurrieren, Nahrung zu finden, und konnten in Gruppen durch die Wälder ziehen und soziale Kontakte vertiefen – sie entwickelten sich zu Bonobos. Ein Beispiel dafür, wie Umwelteinflüsse und Gene bei der Ausprägung von Aggressivität zusammenwirken.

Auch der Begründer der Soziobiologie, der Harvard-Professor Edward O. Wilson, hält Aggression nicht für etwas Unausweichliches. Er schreibt, im Laufe der menschlichen Entwicklung hätten „komplexere soziale Fähigkeiten die Aggressivität begrenzt und die älteren Formen der unter Primaten üblichen Dominanz ersetzt“.

Diese Synthese aus Natur und Kultur haben auch die meisten Evolutionspsychologen inzwischen vollzogen. So geht Steven Pinker davon aus, dass Gene und Umwelt den Menschen etwa jeweils zur Hälfte beeinflussen. Er wendet sich aber vehement gegen all jene, die den Menschen für ein „unbeschriebenes Blatt“ halten, für ein leeres Gefäß, dass vollständig durch Kultur und Umwelt geprägt werde. Diese Vorstellung hält er für eine „lebensfeindliche, menschenfeindliche Abstraktion“.

Wäre nicht beispielsweise die Kindererziehung, fragt Pinker, eine erdrückende Verantwortung, würde allein sie bestimmen, was aus dem Nachwuchs wird? Dann müssten Mütter und Väter tatsächlich ein schlechtes Gewissen haben und es als persönliche Schuld empfinden, wenn ihr Kind nicht so wird, wie sie es sich wünschen. Sollten wir also nicht froh sein, dass die Natur es nicht allein den Unwägbarkeiten der Umwelt überlässt, was aus einem Kind wird?

Aber ganz gleich, ob man der Soziobiologie anhängt oder zu ihren Gegnern zählt – welches Verhalten der Mensch als moralisch empfindet und welches nicht, muss er selbst festlegen. Einen naturgegebenen Maßstab dafür gibt es nicht. □

Claus Peter Simon, 43, ist Geschäftsführender Redakteur von GEO WISSEN und GEO kompakt.

Kurz und knapp

Wichtige Fachbegriffe – präzise erklärt. Die Zahlen geben an, auf welchen Seiten sie vorkommen und wo sie (blau hervorgehoben) zum Verständnis eines Textes besonders wichtig sind

Art (= Spezies)

Die Grundeinheit des Systems der Lebewesen. Die Individuen einer Art bilden eine natürliche Fortpflanzungsgemeinschaft, die fruchtbare Nachkommen hervorbringt und sich nicht mit anderen Arten vermischt. Der wissenschaftliche Name einer Tier- und Pflanzenart setzt sich aus einem stets groß geschriebenen ersten Teil, der die **Gattung** bezeichnet, und einem zweiten Teil für die Art, zusammen (z. B. *Homo sapiens*). (32, 35, 40, 41, 49, 50, 51, 56, 57, 68, 69, 74, 77, 80, 81, 82, 92, 94, 101, 102, 107–109, 122, 137, 157)

Atomare Uhr

Wissenschaftler benutzen radioaktive Elemente zur Altersbestimmung etwa von Gesteinsschichten. Dabei verhalten sich radioaktive Elemente wie eine tickende Uhr, da sie mit einer konstanten Zerfallsrate und Zeitspanne (Halbwertszeit) von einem Atom (Mutterisotop) in ein anderes (Tochterisotop) übergehen. Sind die Halbwertszeit und das anteilige Verhältnis der neu gebildeten Tochterisotope und der ursprünglichen Mutterisotope in einer Probe bekannt, kann auf das Alter der Probe geschlossen werden. (76)

Australopithecinen

(Gattungen: Australopithecus und Paranthropus). Gruppe von Affen- oder **Vormenschen**, die vor etwa 4,2 bis 1,1 Millionen Jahren lebten, bereits gewohnheitsmäßig auf zwei Beinen gingen, aber ein kaum größeres Gehirn als Schimpansen besaßen. Der **Gattungsnname** Australopithecus („Südafrikanische“) wurde 1925 von dem südafrikanischen Anatom Raymond Dart nach dem Fund des „Kindes von Taung“ geprägt. Bestimmte Australopithecinen, die so genannten „robusten“ Typen, werden heute der Gattung Paranthropus zugeordnet. (49, 67–69, 77, 100, 152, 157)

Bipedie

Zweibeinigkeit (40, 45)

C-14 (Kohlenstoff-14)

Ein radioaktives **Isotop** des Kohlenstoffs mit der Massenzahl 14. Es entsteht aus Stickstoffatomen durch die Einwirkung energiereicher Strahlung in der oberen Atmosphäre. Mit einer **Halbwertszeit** von 5730 Jahren zerfällt es wieder zu Stickstoff-14. C-14 spielt bei der Altersbestimmung von Fossilien eine wichtige Rolle (atomare Uhr). (76)

Computertomographie (CT)

Die Computertomographie (von griechisch *tomos*, „Stück, Schnitt“ und *graphein*, „schreiben“) ist ein 1971 eingeführtes Verfahren der Röntgenuntersuchung. Es ermöglicht die direkte Darstellung von Knochen und Weichteilen des menschlichen Körpers auf einem

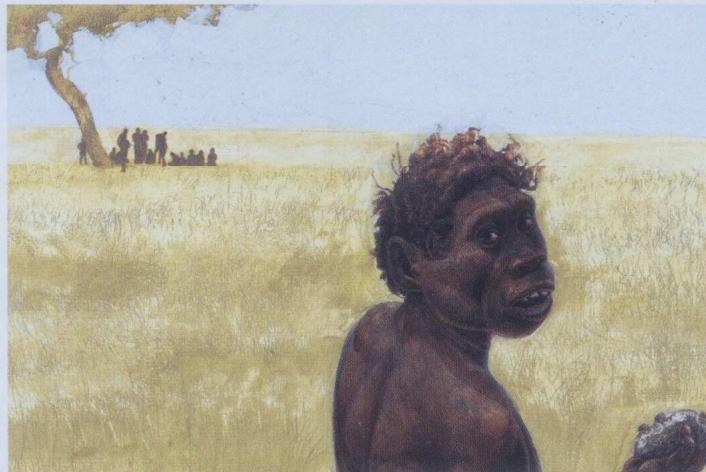
Monitor. Dabei werden die zu untersuchenden Regionen mit einem dünnen, fächerartigen Röntgenstrahlbündel schichtweise aus verschiedenen Richtungen abgetastet und die jeweilige Strahlabsorption gemessen. Anschließend werden die Daten an einen Computer weitergeleitet, der daraus ein Bild erzeugt (siehe GEOkompat Nr. 3). (77)

Cro-Magnon-Mensch

Der Cro-Magnon-Mensch (40 000 bis 10 000 Jahre vor unserer Zeit) gilt als frühester Vertreter des *Homo sapiens* in Europa. Anatomisch mit uns nahezu identisch, wurde er nach der Höhlenanlage in Frankreich benannt, in der bei Eisenbahnbauarbeiten 1868 die ersten Skelette gefunden wurden. (122, 125, 126, 144, 145)

DNS

In allen Lebewesen – mit Ausnahme einiger Viren – vorhandener Träger der genetischen Information. DNS (Abkürzung für Desoxyribonukleinsäure) besteht aus zwei Molekülketten, die strickleiterartig über jeweils zwei sich gegenseitig ergänzende so genannte Nukleinsäurebasen miteinander verbunden sind (siehe GEOkompat Nr. 2). Sie bilden eine Wendel, die so genannte Doppelhelix. Die Reihenfolge, in der die Paare der Nukleinsäuren in



Ein Urmensch und sein Clan in der afrikanischen Savanne: So, stellen sich die niederländischen Wissenschaftsillustratoren Adrie und Alfons Kennis vor, hat ein entfernter Vorfahr des *Homo sapiens* ausgesehen

den beiden Strängen aufeinander folgen, bestimmt die genetische Information. (32, 81, 102)

DNS-Analyse

Untersuchung der Erbsubstanzen verschiedener Spezies. Dabei wird die Abfolge der Nukleinsäurebasen der Erbsubstanzen miteinander verglichen, um Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede festzustellen. Liegt beispielsweise die Erbsubstanz eines neuen **Hominiden**-Fundes im Bereich der normalen Schwankungsbreite von

Homo sapiens, so ist er auch dieser Art zuzuordnen. Bei der Analyse wird meist die **mitochondriale DNS** (mtDNA) untersucht, da so auch junge genetische Veränderungen erfasst werden können. (102)

Evolution

(von lat. *evolvere* = entwickeln) Der allmähliche, kontinuierliche Wandel der Organismen in der stammesgeschichtlichen Entwicklung. Dies bezieht sich sowohl auf geringe Veränderungen innerhalb einer **Art**, sogar binnen zweier Generationen, als auch auf diejenigen, die Arten und übergeordnete Einheiten voneinander unterscheiden. Diese Entwicklung erfolgt durch „Evolutionsfaktoren“, wie beispielsweise **Mutation**, **Rekombination**, **Selektion**, Isolation und Zufall. (32, 35, 40, 41, 49, 67, 77, 80, 81, 82, 94, 110, 152)

Gattung (= Genus)

In der Biologie eine Einheit des Systems der Lebewesen, die verwandtschaftlich sehr nahe stehende **Arten** zusammenfasst. Sie tragen dieselbe Gattungsbezeichnung. Beispielsweise gehören Mensch und **Neandertaler** zur Gattung *Homo*. (32, 41, 49, 50, 66, 68, 69, 100, 125, 134, 136, 138, 151)

Gen

Erbanlage, Einheit der Erbinformation. Ein oder mehrere Gene bestim-

eines radioaktiven Elementes hat eine charakteristische Halbwertszeit (z. B. C-14 = 5730 Jahre). (76)

Hinterhauptsöffnung (= Hinterhauptsloch)

Übergang der hinteren Schädelgrube in den Wirbelkanal. Über das Hinterhauptsloch stehen Gehirn und Rückenmark miteinander in Verbindung. (41, 43)

Hominiden

Nach der evolutionären Systematik die „Familie der Menschen“. Zu ihr gehören alle Menschen und Menschenvorfahren seit ihrer Abspaltung von den Menschenaffen. Wichtigstes gemeinsames Kennzeichen ist der aufrechte Gang. (40, 41–45, 49, 50, 51, 53, 55, 57, 75, 77, 101, 102, 151, 152, 157)

Homo

Eine **Gattung** der Gattungsgruppe der **Hominiden**. Sie umfasst alle heute lebenden Menschen und deren Vorfahren. Die Vertreter dieser Gattung zeichnen sich gegenüber den Menschenaffen vor allem durch ein größeres Gehirn und die Fähigkeit aus, immer vielfältigere Werkzeuge herzustellen. (32, 41, 45, 49, 66, 68, 69, 100, 125, 134, 136, 138)

Isotope

Varianten ein- und desselben chemischen Elements, die sich nur in ihren Massen unterscheiden: Die Atomkerne von Isotopen eines bestimmten Elements enthalten jeweils die gleiche Anzahl von positiv geladenen Teilchen – die Protonen –, jedoch eine unterschiedliche Anzahl von Neutronen. Die Isotope eines Elements zeigen weitgehend die gleichen chemischen Reaktionen, können jedoch auf Grund der unterschiedlichen Massen mit physikalischen Methoden voneinander getrennt werden. Einige Isotope sind radioaktiv und zerfallen in einer für sie typischen, immer konstanten **Halbwertszeit**. Dieser Zerfall wird in der Radiometrie als „atomare Uhr“ zur Datierung etwa von Fossilien genutzt. (74, 76)

Künstliche Selektion/Auslese

Vom Menschen gezielt vorgenommene Züchtung, bei der Individuen einer **Art** mit bestimmten, gewünschten Merkmalen zur Vermehrung ausgewählt werden, etwa zur Schaffung neuer Kulturpflanzen oder Nutztiere. (80)

Lautverschiebung

Systematische Veränderungen von Teilen des Lautsystems einer Sprache. Besonders Konsonanten sind davon betroffen, etwa die Lautverschiebung von p zu f am Wortanfang von germanischen Sprachen (pater – father – Vater). Linguisten

erstellen mithilfe solcher Verschiebungen Sprachstammbäume. (154)

mitochondriale DNS (mtDNS)

Desoxyribonukleinsäure in den Mitochondrien, den so genannten Kraftwerken der Zellen (siehe GEOkompass Nr. 2). Die mtDNS stellt zwar nur einen Bruchteil des gesamten Erbmaterias dar, eignet sich aber besonders gut für evolutionäre Verwandschaftsanalysen, da die mtDNS vor allem über die Eizelle der Mutter auf die Kinder vererbt wird, sodass eine nahezu ununterbrochene genetische Linie entsteht. Zudem erfolgen Veränderungen der mtDNS relativ schnell und vermutlich mit konstanter Geschwindigkeit. (126, 140)

Molekulargenetische Datierung (oder Berechnung)

Eine Berechnungsmethode, mit der Verzweigungen des Evolutionsbaumes anhand der **Mutationsraten** datiert werden. Die Forscher gehen dabei von einer bestimmten Zahl genetischer Unterschiede im Erbgut zweier **Arten** aus. Sie nehmen an, dass diese Unterschiede durch zufällige Mutationen entstehen und von Generation zu Generation mit einer konstanten Häufigkeit auftreten. So können sie daraus die Zeit errechnen, in der sich die Unterschiede angesammelt haben und schließlich zwei neue Arten entstanden sind. (32)

Morphologie

Der Bau und die Gestalt von Organen sowie des gesamten Körpers von Lebewesen. (29, 45, 51)

Mutation

Sprunghaft auftretende Veränderung des genetischen Materials. (32, 43, 81, 82, 144)

Natürliche Selektion/Auslese

Auch Individuen einer **Art** variieren in ihrer genetischen Ausstattung – etwa durch **Rekombination** während der Keimzellbildung. Daher unterscheiden sie sich leicht in ihren Merkmalen. So gibt es immer Organismen, welche besser an bestimmte Umweltbedingungen angepasst sind als andere. Diese pflanzen sich – so Charles Darwins Beschreibung der Mechanismen der Natürlichen Selektion – erfolgreicher fort und hinterlassen so mehr Nachkommen. So entsteht ein Prozess, der zu einem unterschiedlichen, nicht zufälligen Überleben und Fortpflanzungserfolg einzelner Individuen führt. (80, 81)

Neandertaler

Vertreter der **Gattung Homo**, die 200 000 bis 27 000 Jahre vor unserer Zeit in Europa und Vorderasien lebten. Die frühe, noch etwas grazilere Form lebte von 200 000 bis 100 000 Jahre. Der klassische Neandertaler, der von 100 000 bis 27 000 Jahren lebte, hatte einen robusteren, massigen Körper mit einem gestreckten, nach vorn gezogenen Gesicht, einer flachen Stirn, breiten Nase sowie ausgeprägten Überaugenwülsten. Der Name geht auf die Bezeichnung des irischen Wissenschaftlers William King zurück. Er nannte den

1856 im Neandertal gefundenen Urmenschen *Homo neanderthalensis*. (91, 92, 110, 122, 124–126, 137, 138, 140, 144, 145)

Ordnung

In der Biologie eine höhere systematische Kategorie, die verschiedene Familien zu einer Gruppe zusammenfasst. Sie steht im System der Lebewesen damit zwischen Familie und Klasse. Diese Klassifikationen benutzen Forscher, um Lebewesen zu benennen und einzuteilen. Die kleinste biologische Einheit ist die **Art**, mehrere Arten bilden eine **Gattung**. Verschiedene, zusammengehörende Gattungen fassen Biologen zu einer Familie zusammen. Dieses System setzt sich über die immer höheren Kategorien der Ordnung, Klasse, Stamm/Abteilung und Reich fort. (32)

Paläoanthropologie (auch Paläanthropologie)

Wissenschaft, die sich anhand von Fossilfunden mit dem Ursprung und der Entwicklung des Menschen sowie der Rekonstruktion von Verwandtschaftslinien befasst. In der **Paläontologie** beschäftigen sich Forscher mit Fossilien aller Lebewesen. (40, 42, 49–51, 54, 57, 68, 69, 75, 77, 91, 94, 96, 100, 102, 106, 107–110, 136, 140, 145, 152, 155, 157)

Paläolithikum

Die Altsteinzeit. Sie umfasst mit ihrem Beginn vor etwa 2,5 Millionen Jahren und dem Ende vor rund 11 000 Jahren, dem Abschluss der letzten Eiszeit, die längste und älteste Epoche der Menschheitsgeschichte. Entsprechend den unterschiedlichen Kulturstufen wird das Paläolithikum in drei Abschnitte unterteilt: Alt- (bis vor ca. 200 000 Jahren), Mittel- (bis vor 40 000 Jahren) und Jungpaläolithikum (bis vor ca. 11 000 Jahren). Nach der Altsteinzeit folgen das Meso- (Mittelsteinzeit) und das Neolithikum (Jungsteinzeit). (138, 152)

Paläontologie

Die Wissenschaft von den Fossilien mit verschiedenen Fachgebieten, wie etwa der Paläobotanik, Paläozoologie und **Paläoanthropologie**. (76, 92, 137, 141, 143, 147, 151)

Paläopathologen

Wissenschaftler, die sich mit den Erkrankungen ausgestorbener Lebewesen beschäftigen. Ihr Untersuchungsobjekt sind fossile Skeletreste. Da Knochen Informationen über einen sehr langen Zeitraum speichern, können Paläopathologen mit ihrer Hilfe herausfinden, welchen Krankheiten unsere Vorfahren vor Tausenden von Jahren ausgesetzt waren und wie sie diese gelindert und geheilt haben. (126)

Primate (= Herrentiere)

Eine **Ordnung** bzw. Gruppe der höher entwickelten Säugetiere, deren Entwicklung vor mehr als 80 Mio. Jahren begann und die primär in Bäumen leben. Insgesamt gibt es heute 250 lebende **Arten**. Es werden zwei Grup-

Zeitleiste zur Menschheitsgeschichte

7 Millionen Jahre: *Sahelanthropus tchadensis* – vermutlich aufrecht gehender Vormensch, Zentralafrika (Tschad). Zeitspanne unsicher, da es bislang nur einen Fund gibt.

6 Millionen Jahre: *Orrorin tugenensis* – aufrecht gehender Vormensch, lebte im heutigen Kenia. Nur ein Fund, der aber gut datiert ist. Vermutlich Allesfresser, der in Savanne und offenem Waldland lebte.

5,5 Millionen Jahre: *Ardipithecus ramidus kadabba* – Vormensch aus Äthiopien, lebte u. a. in feuchten und bewaldeten Gebieten, nahm faserreiche Kost zu sich; bislang nur ein Fund, zwischen 5,8 und 5,2 Mio. Jahre datiert.

4,4 Millionen Jahre: *Ardipithecus ramidus* – Vormensch aus Äthiopien, vermutlich Waldbewohner.

4,2 bis 3,9 Millionen Jahre: *Australopithecus anamensis* – Vormensch vom Turkanasee, Ostafrika. Der „Südaffe“ lebte wahrscheinlich in Savannen oder Galeriewäldern, konnte gut klettern, beherrschte aber schon einen relativ gut ausgeprägten aufrechten Gang.

3,9 bis 3 Millionen Jahre: *Australopithecus afarensis* – Vormensch aus Ostafrika (Äthiopien, Kenia, Tansania). Bewohnte bewaldete Graslandschaften und Seenrandgebiete, hielt sich noch häufig, vor allem nachts, auf Bäumen auf.

3,3 Millionen Jahre: *Australopithecus bahrelghazali* – Vormensch, gefunden im Tschad, ähnelte stark *A. afarensis*. Bislang nur ein Unterkiefer gefunden.

3,3 Millionen Jahre: *Kenyanthropus platyops* – Vormensch aus Ostafrika (Kenia), lebte an Seerandgebieten, in Wald- und Graslandschaften; bislang ein Schädelfund.

> 3,0 bis 2,3 Millionen Jahre: *Australopithecus africanus* – Vormensch aus Südafrika; menschenähnlicher als die anderen Südaffen. Bewohnte trockenes Waldland, Grasland und lichte Wälder.

2,6 bis 2,3 Millionen Jahre: *Paranthropus aethiopicus* – Vormensch aus Ostafrika (Kenia, Äthiopien) mit riesigem Gebiss; wahrscheinlich reiner Pflanzenfresser. Gehörte zur Gruppe der Australopithecinen.

2,5 Millionen Jahre: *Australopithecus garhi* – Vormensch aus Äthiopien, der bereits menschenähnliche Merkmale aufwies; lebte in gemischtem, offenem Waldgebiet.

2,5 bis 1,8 Millionen Jahre: *Homo rudolfensis* – der erste (Ur-)Mensch. Größeres Hirn als die Südaffen; entwickelte sich aus Kenyanthro-

pus oder aus Australopithecus; lebte im heutigen Kenia; bewohnte offene und trockene Grassavannen, stellte Steinwerkzeuge her.

2,1 bis 1,6 Millionen Jahre: *Homo habilis* – Urmensch aus Ostafrika (Tansania), bewohnte offene und trockene Savannen, stellte primitive Steinwerkzeuge her.

2,1 bis 1,1 Millionen Jahre: *Paranthropus boisei* – Vormensch aus Ostafrika mit riesigen Zähnen und kleinem Gehirn („Nussknackermensch“). *P. boisei* war ein reiner Pflanzenfresser, bewohnte Grasland, Buschland, offenes Waldland.

2,0 bis 1,5 Millionen Jahre: *Paranthropus robustus* – robuster Vormensch aus Südafrika mit riesigen Zähnen und kleinem Gehirn; reiner Pflanzenfresser, bewohnte Busch- und Grasland.

1,8 Millionen bis 40 000 Jahre: *Homo ergaster/Homo erectus* – Urmensch, der in Afrika aus *H. rudolfensis* oder *H. habilis* zunächst als *Homo ergaster* entstand, sich über Asien ausbreitete und dort – aber auch in Afrika – zu *Homo erectus* entwickelte. Erfand den Faustkeil, nutzte das Feuer, ernährte sich anfangs wahrscheinlich viel von Aas, später von der Jagd. Nach der Terminologie mancher Forscher war *Homo ergaster* lediglich ein „früher afrikanischer *Homo erectus*“.

1,75 Millionen Jahre: *Homo georgicus* – Urmensch aus Georgien, der dem frühen *Homo erectus* ähnelt. Noch ist umstritten, ob es sich um eine eigene Art handelt.

> 780 000 Jahre: *Homo antecessor* – lebte vermutlich als erster Mensch in Europa. Nachfahr von *H. erectus*.

600 000 bis 200 000 Jahre: *Homo heidelbergensis* – entwickelte sich aus *H. antecessor* oder *H. erectus*, verbreitete über ganz Europa, aber auch Funde in Afrika.

200 000 bis 27 000 Jahre: *Homo neanderthalensis* – Weiterentwicklung des *Homo heidelbergensis* in Europa und in Vorderasien; lebte überwiegend als Jäger.

195 000 Jahre bis heute: *Homo sapiens* – entwickelte sich aus afrikanischen Populationen von *Homo erectus* (bzw. nach Terminologie anderer Forscher: *Homo heidelbergensis*); breitete sich vor etwa 100 000 Jahren in den Nahen Osten, anschließend über die gesamte Erde aus und verdrängte alle älteren Menschenformen.

95 000 bis 13 000 Jahre: *Homo floresiensis* – Zwergform eines Menschen, die auf der indonesischen Insel Flores lebte und vermutlich aus einer Inselpopulation von *Homo erectus* entstanden ist.

Die Menschheitsgeschichte auf einen Blick

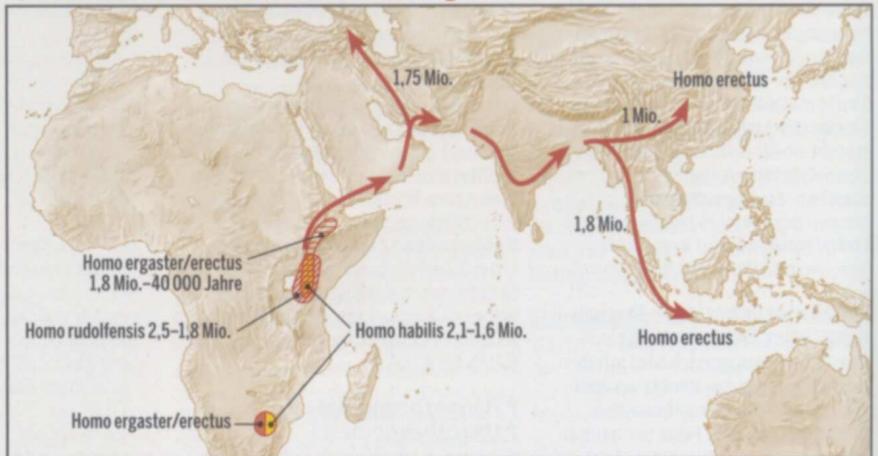
Immer wieder ist Afrika die Wiege für neue Menschenformen: Hier entwickeln sich erste zweibeinige Hominiden, von hier breitet sich *Homo erectus* nach Asien aus, hier nehmen die ersten Europäer und auch der moderne Mensch ihren Ursprung

7 bis 2,5 Mio. Jahre Die Epoche der Affenmenschen



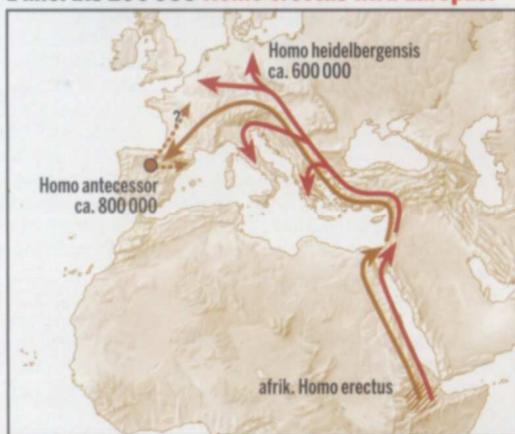
Schon sehr früh entwickeln die ersten Hominiden in Afrika den aufrechten Gang. Bald existiert eine große Vielfalt dieser Vormenschen in Waldrandgebieten und Baumsavannen

2,5 bis 1 Mio. In Afrika entsteht die Gattung Mensch und entdeckt bald Südostasien

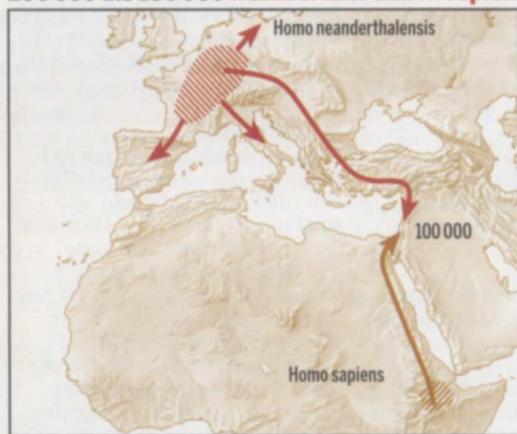


Vor 2,5 Mio. Jahren entsteht aus einer Art der Vormenschen der erste Homo. Vor knapp 2 Mio. Jahren gibt es bereits drei Menschenarten. Angehörige von *Homo ergaster* wandern aus und entwickeln sich zum asiatischen *Homo erectus*. Die Zurückgebliebenen werden zur afrikanischen Form des *Homo erectus*

1 Mio. bis 200 000 Homo erectus wird Europäer



200 000 bis 100 000 Neandertaler und *H. sapiens*



Aus dem afrikanischen *Homo erectus* entwickelt sich *H. antecessor* – und wird möglicherweise in Europa zu *H. heidelbergensis*. Doch der könnte auch in Afrika aus *H. erectus* entstanden und vor 600 000 Jahren nach Europa gekommen sein

H. heidelbergensis entwickelt sich zum Neandertaler, der Teile Europas besiedelt und sich in den Nahen Osten ausbreitet. Dort trifft er auf *Homo sapiens*, der vor 195 000 Jahren in Afrika aus *H. erectus* entstanden und hierher vorgedrungen ist

100 000 bis heute *Homo sapiens* erobert die gesamte Erde



Chronologie der Funde

pen unterschieden: die Feuchtnasenaffen und die Trockennasenaffen. Letztere schließen im zoologischen System auch den Menschen mit ein. (32, 35, 44)

Rasse

Durch **künstliche Selektion** vom Menschen erzeugte Zuchtform einer **Tierart** – beispielsweise unsere durch bestimmte Merkmale charakterisierten Haus- oder Nutztierrassen. Rassen einer Art unterscheiden sich zwar genetisch voneinander, können in der Regel aber miteinander fruchtbare Nachkommen zeugen. (144)

Rekombination

Die Neu- bzw. Umkombination von **Genen** bei der Bildung von Keimzellen (Eizellen und Samen). So erhalten die Nachkommen einer Elterngeneration zufällig verteilte Erbinformationen sowohl von der Mutter als auch vom Vater (siehe GEOkompass Nr. 2). Durch die Rekombination entstehen etwa **Variationen** innerhalb einer **Art**. (82)

Selektionsmechanismus

In der Evolution ein Mechanismus der Auslese, durch den sich einzelne Individuen einer Gruppe erfolgreicher fortpflanzen als ihre Artgenossen. Man unterscheidet zwischen **natürlicher** und **sexueller Selektion**. (44)

Sexuelle Selektion/Auslese

Nach Charles Darwin die Auswahl des Fortpflanzungspartners, in der Regel durch das Weibchen, aufgrund auffälliger Verhaltensweisen (Rivalenkampf) oder auffälligen Aussehens (Prachtkleider bei Vögeln), die den Fortpflanzungserfolg mitbestimmt. Diese Partnerselektion bewirkt – im Unterschied zur **Natürlichen Selektion** – keine Anpassung an umweltbedingte Ressourcen, sondern führt zum unterschiedlichen Aussehen von Weibchen und Männchen (Sexualdimorphismus). (82)

Urmenschen

Alle ausgestorbenen Menschenformen der Gattung **Homo**, etwa *Homo erectus* oder *Homo neanderthalensis*. (40, 49, 54, 57, 66, 68, 69, 76, 106, 107–110, 124, 126)

Variation

Die vielfältige Ausbildung sichtbarer Merkmale bei Individuen einer **Art**. Dies kann auf genetischen Unterschieden, etwa der **Rekombination**, beruhen oder durch Umwelteinflüsse bedingt sein (Modifikation). (67, 80, 81, 82)

Vormenschen

Alle Vorfahren des Menschen, die sich bereits von der Linie der Affen getrennt hatten, verkleinerte Eckzähne besaßen, gewohnheitsmäßig auf zwei Beinen gingen, aber ein kaum größeres Gehirn als Schimpansen besaßen und noch keine Werkzeuge herstellten. (40, 43, 49, 50, 51, 54, 57, 68, 74, 100, 136, 155, 157)

Friederike Eggers, Susanne Gilges, Christine Heidemann, Bettina Süssmilch

1856: In einem Steinbruch im Neandertal in der Nähe von Düsseldorf werden beim Ausräumen einer Höhle fossile Knochen gefunden. Der deutsche Forscher Johann Carl Fuhlrott erkennt in ihnen die Überreste eines Urmenschen; bald werden sie als Neandertaler oder *Homo neanderthalensis* bezeichnet. Frühere Funde aus Belgien (1829) und Gibraltar (1848) werden dieser Art erst nachträglich zugeordnet.

1868: Arbeiter entdecken im Felsüberhang Cro-Magnon in Frankreich fünf Skelette, die denen heutiger Menschen gleichen. Sie werden als Cro-Magnon-Mensch (moderner *Homo sapiens* in Europa) bezeichnet.

1891: Der Niederländer Eugène Dubois findet bei Trinil auf Java Überreste eines Urmenschen, den er *Pithecanthropus erectus* nennt. Heute wird dieser „Javamensch“ der Art *Homo erectus* zugeordnet.

1907: Arbeiter stoßen in einer Kiesgrube in der Nähe von Heidelberg auf einen fossilen Unterkiefer, den der deutsche Wissenschaftler Otto Schoetensack im selben Jahr beschreibt und einer Art zuordnet, die er *Homo heidelbergensis* benennt.

1924: In einem Steinbruch in der Nähe der südafrikanischen Kleinstadt Taung wird der Schädel eines Kindes gefunden. Der Paläoanthropologe Raymond Dart gibt der Art 1925 den Namen *Australopithecus africanus* („Südafrika“).

1927: Der kanadische Mediziner Davidson Black untersucht in Beijing einen sechs Jahre zuvor in der Höhle von Zhoukoudian gefundenen Backenzahn, den er einem Frühmenschen zuschreibt und *Sinanthropus pekinensis* (Pekingschimpanse) nennt. Im folgenden Jahrzehnt werden in dieser 50 Kilometer südwestlich von Beijing gelegenen Höhle zahlreiche Schädel und weitere Skelettreste der Art gefunden. Seit den 1950er Jahren ordnet man sie der Art *Homo erectus* zu.

1938: Der Schuljunge Gert Terblanche findet im Steinbruch von Kromdraai in Südafrika einen Vormenschenschädel mit riesigen Backenzähnen. Robert Broom klassifiziert ihn als *Paranthropus robustus*.

1959: Die später legendär gewordene britischstämmige Forscherin Mary Leakey spürt in der tansanischen Olduvai-Schlucht den Schädel einer Art auf, die zunächst *Zinjanthropus boisei* genannt und heute als *Paranthropus boisei* bezeichnet wird.

1960: Jonathan Leakey, Sohn des Forscherpaars Louis und Mary Leakey, findet in der Olduvai-Schlucht in Tansania Relikte einer bis dahin unbekannten Hominiden-Art. 1964 geben Louis Leakey und

Kollegen die Art unter dem Namen *Homo habilis* bekannt.

1972: Der Kenianer Bernard Ngeneo, Mitarbeiter von Richard Leakey, entdeckt am Turkanasee in Kenia einen Schädel, der unter der Nummer KNM-ER 1470 registriert und zunächst *Homo habilis* zugeordnet wird. Wegen der großen Unterschiede zu anderen Fossilien von *H. habilis* schlägt der Russe Walerij Alexejew 1986 vor, das Relikt einer eigenen Art zuzuordnen, die er *Homo rudolfensis* nennt. Es handelt sich um den ersten Menschen.

1974: Der Amerikaner Donald Johanson entdeckt in der Afar-Region in Äthiopien das Skelett von „Lucy“, einer mehr als drei Millionen Jahren alten Vormenschenart. Bereits im Jahr zuvor hat er ein Kniegelenk gefunden. 1978 prägen Johanson und seine Kollegen für Lucy den Artnamen *Australopithecus afarensis*. Nachträglich stellt sich heraus, dass Ludwig Kohl-Larsen bereits 1939 im tansanischen Laetoli Knochen derselben Art gefunden hatte, die 1950 *Meganthropus africanus* genannt worden war.

1975: Bernard Ngeneo findet den 1,7 Millionen Jahr alten Schädel eines vermutlich weiblichen Individuums. Er wird der Art *Homo ergaster* zugeordnet, die anhand eines 1971 entdeckten Unterkiefers nun erstmals beschrieben wird. 1984 stößt der Kenianer Kamoya Kimeu, Mitarbeiter im Team von Richard Leakey, in Nariokotome in Kenia auf ein außergewöhnlich komplett erhaltenes Skelett dieser Art, das unter dem Namen „Turkana-Boy“ berühmt wird. Viele Paläoanthropologen bestreiten freilich, dass es sich um eine eigene Art handelt und ordnen die Fossilien einer frühen, afrikanischen Form des *Homo erectus* zu.

1978: Der amerikanische Geochemiker Paul Abell aus dem Team von Mary Leakey entdeckt in Laetoli in Tansania versteinerte Fußabdrücke aufrecht gehender Vormenschen, die sich vor 3,6 Millionen Jahren in die Ascheschichten eines Vulkans gedrückt haben.

1985: Der Amerikaner Alan Walker entdeckt nahe dem Turkanasee im Norden Kenias einen Schädel von *Australopithecus aethiopicus*.

1991: Paläoanthropologen entdecken bei Dmanisi in Georgien fossile Reste, die einem frühen afrikanischen *Homo erectus* bzw. *Homo ergaster* ähneln.

1992/93: Ein Team um den Amerikaner Tim White gräbt in Aramis in Äthiopien die Relikte von mindestens 17 mehr als vier Millionen Jahre alten Vormenschen aus, die sie *Ardipithecus ramidus* nennen.

1994: Mitarbeiter von Meave Leakey finden in Kanapoi am Turkanasee im Norden Kenias Fossilien, die sie einer neuen Vormenschenart zuordnen: *Australopithecus anamensis*. Bereits 1965 waren von Bryan Patterson am selben Ort Relikte dieser Art gefunden, aber nicht identifiziert worden.

1994: Forscher um José Bermúdez de Castro graben in der spanischen Höhle Gran Dolina Relikte einer neuen europäischen Art aus, die sie *Homo antecessor* nennen, die aber nicht von allen Paläoanthropologen anerkannt wird: Sie halten die Relikte für Knochen eines möglicherweise aus Afrika eingewanderten *Homo-erectus*-Nachfahren.

1995: Mitarbeiter des französischen Paläoanthropologen Michel Brunet entdecken im Tschad in der Flusssenke Bahr el Ghazal Relikte von *Australopithecus bahrelghazali* – mindestens 2500 Kilometer von den bisherigen Fundstellen anderer Australopithecinen entfernt.

1997: Yohannes Haile-Selassie findet bei Bouri in Äthiopien die Fossilien von *Australopithecus garhi*.

1999: Justus Erus aus dem Team von Meave Leakey entdeckt in Lomekwi im Norden Kenias die Vormenschenart *Kenyanthropus platyops*.

2000: Ein Team um Brigitte Senut und Martin Pickford gräbt im Hochland von Kenia die fossilen Relikte von *Orrorin tugenensis* aus.

In Georgien wird ein ungewöhnlich großer Unterkiefer gefunden. Diskutiert wird, ob er einer eigenen Art (*H. georgicus*) zugeordnet werden soll.

2001: Die Datierung und Beschreibung der neuen Unterart *Ardipithecus ramidus kadabba* wird veröffentlicht, deren Relikte Yohannes Haile-Selassie zwischen 1997 und 2001 25 Kilometer von der Aramis-Fundstelle entfernt gefunden hat.

Ahounta Djimdoumbley findet während einer Expedition unter der Leitung von Michel Brunet in der Djurab-Wüste im nördlichen Tschad einen Schädel, der einer neuen Vormenschenart zugeschrieben wird: *Sahelanthropus tchadensis*. Man schätzt das Alter des Schädel auf ca. sieben Millionen Jahre. Damit ist dies der älteste bekannte Vormenschenfund.

2003: Ein australisch-indonesisches Forscherteam unter der Leitung von Michael Morwood stößt in einer Höhle der indonesischen Insel Flores auf Knochen eines nur einen Meter hohen Zwergmenschen. Er ähnelt anatomisch *Homo erectus* und wird 2004 unter dem neuen Artnamen *Homo floresiensis* vorgestellt.