

Projektarbeit im Fach Biologie Leistungskurs zum Thema

„ Die Evolution des Menschen auf der
Grundlage
von Protein und DNS-Analysen“

von Zainab Karo

Kiel, den 03. 01. 07

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Entwicklung bis zum modernen Menschen	5
Entstehung des Neandertalers	7
Entstehung des modernen Menschen nach Theorien	7
- Out-of-Africa-Theorie	
- Black-Eva-Theorie	
- Multiregionale Theorie	
Morphologie des Neandertalers und des modernen Menschen	9
Verwandtschaft mit dem Neandertaler	10
Schlusswort	14
Literaturverzeichnis	15

Einleitung

Auf unserer heutigen Welt leben nach neuen Statistiken 6, 7 Milliarden Menschen, die eine große Vielfalt aufweisen, sei es in der Kultur oder im Aussehen.

Die Entstehung des Menschen ist durch die kulturelle Evolution, d.h. das Erlernen einer Sprache, Arbeitsteilung, Kunst und vielen weiteren Dingen verbunden. Aber dennoch stellen sich viele Menschen die Frage, ob sie einen gleichen, genetischen Ursprung haben und welcher dieser ist. Oder könnte der *Homo sapiens* insgesamt vom Menschen in Afrika abstammen, die vor 100. 000 Jahren aus Afrika herkamen. Sie wurden nach den 1828 in Südfrankreich gefundenen Fossilien Cro-Magnon-Menschen genannt und breiteten sich weltweit nördlich aus. Insgesamt konkurrieren heute zwei Hypothesen zur Entstehung des modernen Menschen: die Multiregionale Hypothese und die Out-of-africa-Hypothese (3).

Die Diskussion um die Entstehung des modernen Menschen bzw. des *Homo sapiens* wurde verschärft, als Bergleute in einer Grotte bei Düsseldorf Fossilien fanden. Diese Fossilien ähnelten in gewissem Maße denen des Menschen oder eines Tieres. Doch Experten fanden heraus, dass es sich um einen Urmenschen gehandelt haben müsste, der 40. 000 bis 50. 000 Jahre alt ist. Bis heute wurden 300 Skelette dieser Art *Homo neanderthalensis* gefunden.

Die Skelettfunde wiesen zunächst darauf hin, dass der Neandertaler ein direkter Vorfahre des heutigen modernen Menschen ist, da dieser während der Eiszeit Europa bewohnt hatte. Er könnte ein evolutionärer Zwischenschritt zu dem heutigen *Homo sapiens* gewesen sei (4).

Dies war nach den älteren Ergebnissen der Forschungen der Fall, in denen man die Skelettfunde anatomisch miteinander verglich. Man prüfte, ob es sich beim *Homo neanderthalensis* um eine eigene Spezies handelt, die möglicherweise neben dem *Homo sapiens* lebte, ob sie ein Vorgänger des modernen Menschen war, einen evolutionären Schritt zum *Homo sapiens* durchmachte oder von ihnen verdrängt wurde. Diese Art konnte sich nicht mit anderen Arten vermischen und bildet so keine Unterart des *Homo sapiens neanderthalensis* (5).

Die Neandertaler sind bis heute durch gewisse Vorurteile gekennzeichnet, wie Einfältigkeit, geringe kulturelle Leistungsfähigkeit, wie zum Beispiel durch den Nichtbesitz einer Sprache, mit dem Dasein als simpler Wildbeuter, der keine gezielte

Jagd, wie mit den dazugehörigen Jagdmethoden ausübte. Auch wird der Neandertaler als Kannibale eingeordnet (6).

Diese Vorurteile wurden zum Teil wiederlegt, indem Archäologen herausfanden, dass Neandertaler rituelle Bestattungen durchführten, um ihre Lieben zu begraben, und eben doch eine eigene Sprache hatten usw (2).

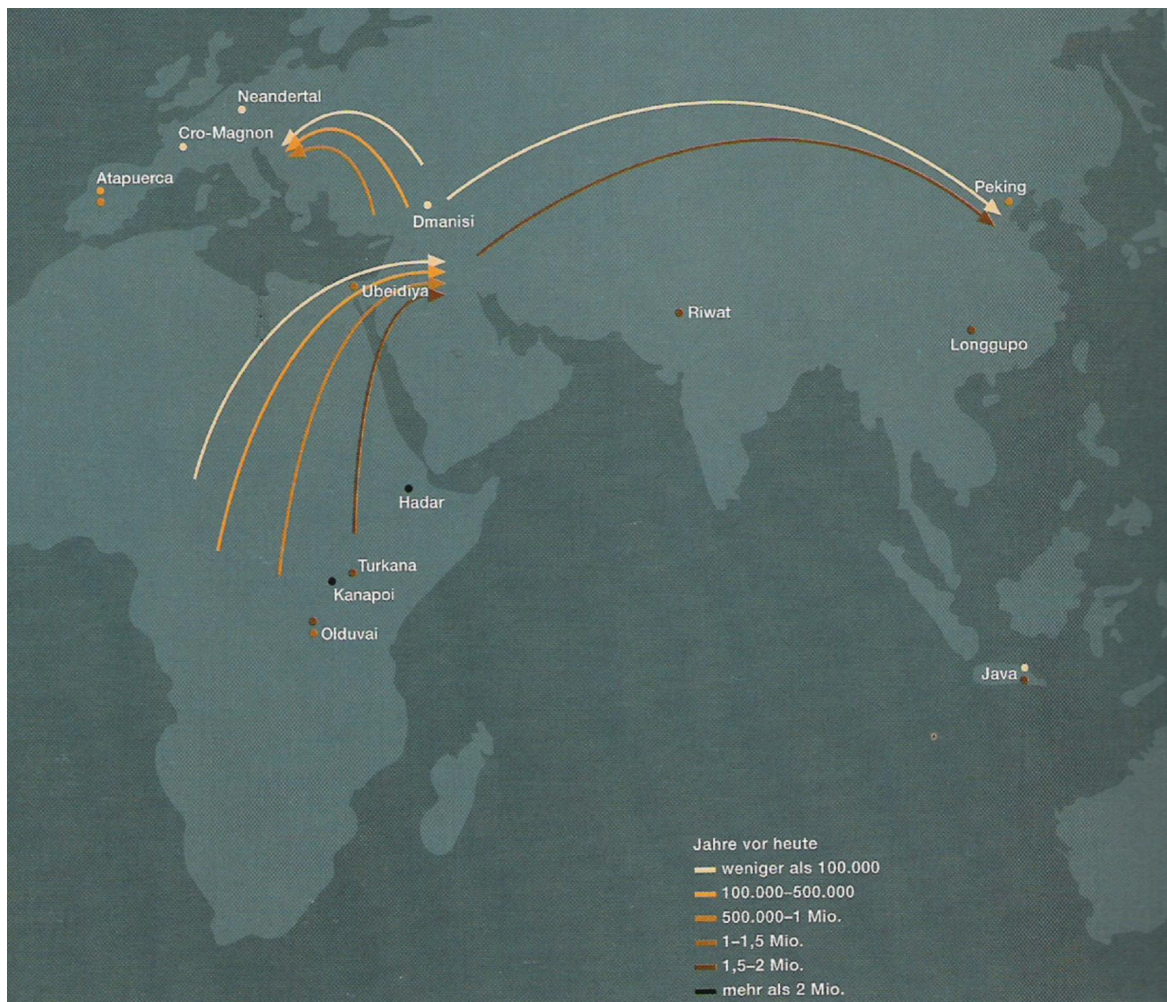
Dies symbolisiert einen festen Zusammenhang in einer Gemeinschaft mit Kommunikationsmitteln. Das bedeutet, dass der Neandertaler und der moderne Mensch kulturell möglich nicht sehr weit voneinander entfernt waren. Ein Grund hierfür war, das Entdecken neuer Funde, neuer Daten und neuer Analysetechniken, die an dem alten wissenschaftlichen Weltbild rüttelten. Neandertaler werden chronologisch immer jünger zeitgeschichtlich eingestuft und bewegen sich inzwischen auf dem zeitlichen Niveau des entwickelten Jungpaläolithikum. Die von Archäologen definierte, kulturelle Grenze zwischen dem Mittel- und Jungpaläolithikum ist nicht mehr mit der von den Anthropologen definierten, biologischen Grenze zwischen Neandertalern und anatomisch modernen Menschen vereinbar. Der Begründer der Paläogenetik aufgrund von DNS-Analysen, in dem man den Ursprung des Menschen anhand genetischer Variationen mit verstorbenen Arten vergleicht ist Svante Pääbo. In seinen Arbeiten steht die Evolution des Menschen im Vordergrund. Den archologischen Befunden stehen scheinbar paläogenetische Ergebnisse gegenüber, die Neandertaler und anatomisch moderne Menschen als zwei verschiedene biologische Formen interpretieren.

Die Vermutung leitet sich somit ab, dass der Neandertaler und der Mensch einen gleichen Ursprung bzw. die gleichen Vorfahren haben. Pääbos Technik kann man vermehrt verwenden, um Beziehungen zwischen Schimpansen oder älteren Funden herauszustellen. Aber für eine solche Forschung muss genügend Erbmaterial zur Verfügung stehen, was meistens nicht der Fall ist.

Die Entwicklung der Hominiden bis zum modernen Menschen

Ausgehend von den *Australopithecinen* sollen sich die ersten Menschen in Afrika vor 2,5 Millionen Jahren entwickelt haben. Diese waren die ersten Vertreter der Gattung *Homo*, da ihr Auftreten zeitgleich mit dem Auftauchen der ersten bearbeiteten Steinartefakte zusammenfiel. Dadurch nannte man die neuentdeckte Art *Homo habilis*, auch „der befähigte Mensch“ genannt. Aus diesem entwickelte sich vor ca. 1,8 Millionen Jahren *Homo erectus*, der sich in Richtung Asien und Europa ausbreitete. Aus diesen Übergangsformen, die gemeinsam als *archaischer Homo sapiens* bezeichnet und auch in Afrika, Europa und Asien gefunden wurden, sollen der *Homo sapiens neanderthalensis* (der Neandertaler) bzw. der anatomisch moderne Mensch, *Homo sapiens sapiens* entstanden sein. Durch die zahlreichen Fossilfunde hat sich die Artenvielfalt unter den Vorfahren des Menschen erhöht und es wurden auch eine Menge neuer Fragen aufgeworfen, so dass der aktuelle menschliche Stammbaum mit vielen Fragezeichen und unklaren Übergängen versehen ist. Gründe hierfür sind, dass man sich in Bezug auf die Stellung von bestimmten Fossilfunden innerhalb des Stammbaums uneinig ist. Die Schwierigkeiten in der Zuordnung erweisen sich nach Paläoanthropologen darin, dass man an diesen Skelettausschnitten nicht erkennen kann, ob das gefundene Individuum einer Biospezies angehört. Das wiederum führt zu einer neuen Artdefinition der Forscher. Zum Beispiel wurde ein Skelett gefunden, das *Australopithecus afarensis* genannt wurde und vor ca. 3,8 bis 3 Millionen Jahren gelebt haben muss. Diese Art galt bis vor einigen Jahren als ältester Vorfahre des modernen Menschen, bis noch drei weitere und ältere Arten hinzu kamen: der *Australopithecus anamensis* vor ca. 4,2 Millionen Jahren, der *Ardipithecus ramidus* vor ca. 4–5 Millionen Jahren und der *Australopithecus bahrelghazali*, der zeitgleich mit dem *Australopithecus afarensis* entdeckt wurde. In den nächsten Jahren wurden dazu noch zumal weitere Funde gemacht, die die Verwandtschaft zu den *Australopithecinen* nicht erklären können, zum Beispiel der *Orrorin tugenensis*, die Unterart des *Ardipithecus ramidus* *Ardipithecus ramidus kadabba*. Durch die neuen Funde lässt sich eine große Artenvielfalt erkennen, die zwischen sechs und vier Millionen Jahren gelebt hat. Somit erweiterte sich das Wissen von einer Art auf sechs Arten und Unterarten. Der *Australopithecus afarensis* besitzt jedoch eine Schlüsselfunktion in der menschlichen Entwicklungsgeschichte, da sich von ihm ausgehend die *robusten*

Australopithecinen, die auch *Paranthropus* genannt werden und die *grazilen Australopithecinen* entwickelten. Der *Paranthropus* gilt als spezialisierte Form, die vor ca. 2, 5 und 1, 4 Millionen Jahren gelebt hat und keine große Rolle in der Entwicklung der Menschen spielte, im Gegensatz zu den grazileren Formen. Zu den grazileren Formen gehören der *Australopithecus africanus* und der *Australopithecus garhi*. Diese könnten Bindeglieder zu der Gattung *Homo* gewesen sein. Vor 2,5 Millionen Jahren tauchte dieser Vertreter zum ersten Mal auf und wurde zuerst zur Gattung *Homo habilis* und schließlich 1986 zur Gattung *Homo rudolfensis* gerechnet. Dennoch kann man ihre Herkunft nicht ganz beweisen. Als man jedoch einen Fund namens *Kenyaanthropus platyops* machte, der ein Alter von 3, 3 bis 3, 5 Millionen Jahren hat, wurde die Wahrscheinlichkeit größer, dass dieser zu den Vorfahren des *Homo rudolfensis* gehört. Dennoch lassen sich Unterschiede zum *Australopithecus afarensis* erkennen, so dass sich eine enge Verwandtschaft mit den *Australopithecinen* ausschließt.



Auswanderungskarte des *Homo erectus/ergaster*, der nach seiner Entstehung den afrikanischen Kontinent und lässt sich 2,0 und 1,5 Millionen Jahren in Südasien nachgewiesen (1); „Out-of-Africa I“: Genehmigt von Neanderthal Museum/Grafiken O.Iserloh

Der *Homo erectus/ ergaster* wird auf ungefähr 1,8 Millionen Jahre geschätzt und er ist innerhalb von wenigen Jahrtausenden nicht nur von Afrika nach Asien gewandert, wo er lange gelebt hat. Er entwickelte sich auch dort weiter, wie *Homo ergaster* in Afrika. Durch die jüngeren Fossilien erkannte man, dass der *Homo erectus* auch in Europa eingedrungen war. Sie wurden deshalb als archaischer *Homo sapiens* bzw. *Homo heidelbergensis* bezeichnet (1).

Entstehung des Neandertalers

Paläoanthropologen gehen davon aus, dass sich die Entwicklung in Europa von dem *Homo heidelbergensis* über die sogenannten *Ante-Neandertaler* und *Prä-Neandertaler* zum klassischen Neandertaler vollzog. Die Präsapienten-Theorie, die

besagt, dass die Entwicklung des heutigen modernen Menschen gleichzeitig mit der Entwicklung des Neandertalers abgelaufen ist, ist durch weitere Funde widerlegt worden. Die Neandertaler sind typische europäische Menschenformen. Ihre Entwicklung vollzog sich schätzungsweise in einem Zeitraum von 300.000 Jahren. Europäische Funde ähneln der Morphologie des Neandertalers, wohingegen der anatomisch moderne Mensch den Funden in Afrika gleicht (1).

Die Entstehung des modernen Menschen nach Theorien

Out-Of-Africa-Theorie

Zwei konkurrierende Modelle versuchen die Entstehung des anatomisch modernen Menschen zu erklären. Das Out-of-Africa 2 Modell, das auch Arche-Noah-Modell genannt wird, vertritt die Auffassung einer ausschließlichen Entstehung des modernen Menschen auf dem afrikanischen Kontinent. Als Out-of-Africa 1 Modell wird die Entstehung und Ausbreitung von *Homo erectus/ergaster* in Afrika verstanden. Das Kerngebiet der Entstehung vom *Homo sapiens sapiens* ist vor allem Ost- und Südafrika. Nur aus diesem Gebiet liegen Fossilfunde vor, die in einer Entwicklungsabfolge miteinander gestellt werden können. Kritische Stimmen bemängeln, dass bei diesen Funden erhebliche Datierungsprobleme vorliegen. So erlauben die asiatische Funde kein Aufstellen einer Entwicklungsabfolge. Aber neue Datierungen einiger Schichten von Fossilfundstellen haben erwiesen, dass gewisse Funde ein Alter von 30. 000 und 50. 000 Jahren aufweisen.

Forscher hatten zuvor das Alter dieser Fossilien aufgrund ihrer Morphologie auf ca. 100. 000 Jahre festgesetzt. Somit kam man zum Schluss, dass die *Homo erectus*-Formen in Südostasien sich mit dem Auftreten des anatomisch modernen Menschen überschneiden. Dadurch würde diese Region als Herkunftsland ausscheiden. Auch ostasiatische Funde aus China können nicht als Herkunftsland des modernen Menschen angesehen werden. Vereinfacht vertritt die Out-of-Africa-Theorie folgendes Szenario: Zwischen 60.000 und 50. 000 Jahren vor heute verließ die in Afrika entstandene Art, *Homo sapiens sapiens* Afrika und verdrängte die in Europa ansässigen Neandertaler, ebenso wie die entwickelten Formen von *Homo erectus* in Asien (3).

Black-Eva-Theorie

Diese Theorie besagt, dass alle lebenden Menschen von einer einzelnen afrikanischen Population abstammen. Diese Theorie ist eine weitere Komponente der Out-of-Africa-Theorie. Bei dieser Frage konzentrierten sich die Forscher auf die Untersuchung der mtDNA, auch mitochondrialen DNA genannt.

Diese hat im Gegensatz zur Kern-DNA eine fünf- bis zehnfache höhere Mutationsrate und somit können die Abstammungslinien genauer rekonstruiert werden. Auch ist die mtDNA in ihrer Größe überschaubarer im Gegensatz zur Kern-DNA, die 200.000 mal größer ist. Die mtDNA wird bei der Vererbung nicht neu kombiniert und durch die weibliche Linie weitergegeben. Die Veränderungen, die bei der Weitergabe entstehen, sind darum Mutationen.

Vereinfacht stellen diese mtDNA-Untersuchungen fest, dass Variationen der mtDNA um so häufiger auftreten, je älter eine Population ist. Da bei heute lebenden Afrikanern die größte Anzahl von Variationen zu erkennen ist, schlossen die Wissenschaftler darauf, dass sie die älteste Gruppe der Menschen darstellen (1).

Multiregionale Theorie

Die Multiregionale Theorie geht von einer Entwicklung zum modernen Menschen aus, die auf verschiedenen Kontinenten abgelaufen ist. Sie basiert vor allem auf einer Vermischung der jeweiligen Populationen. Durch diesen genetischen Austausch wäre ein konstantes Niveau entstanden. Dies schließt aber auch nicht aus, dass bestimmte Populationen isoliert wurden oder auf Inseln lebten und so auf einem archaischeren Niveau blieben. Demnach basiert das Aussehen des modernen anatomischen Menschen auf diesen Vermischungsprozessen. Ein großes Problem besteht zum Einen bereits durch die oben genannten Datierungsschwierigkeiten und zum Anderen dadurch, dass die ehemaligen Populationen weit verstreut lebten und nicht zahlreich waren.

Ein gewisser genetischer Austausch wird von Vertretern der Out-of-Africa-Theorie nicht bestritten. Aber nach wie vor weiß man nicht, wie sich so ein genetischer Austausch vollzogen haben kann.

Morphologie des Menschen und des Neandertalers

Phänotypische und anatomische Merkmale

Der Neandertaler war durch sehr starke Selektionsfaktoren, wie Klima und Umgebung beeinflusst. Diese Faktoren hatten somit einen Einfluss auf seine phänotypischen Merkmale.

Ein durchschnittlicher männlicher Neandertaler hatte eine Größe von 1,65 m bis 1,75 m und wog 70 kg. Jedoch ist das aber nicht ausschlaggebend für seine Körperkraft. Der Neandertaler hatte die Kraft eines europäischen Gewichthebers, was sich mit seinem stärkerem Knochenbau erklären lässt. Der Neandertaler hatte demnach stärkere Muskeln und größere Sehnen. Neandertaler-Frauen hingegen waren um fünf Prozent kleiner, also 1,58 m bis 1,65 m groß und wogen 55 kg, aber dennoch waren sie genauso stark und widerstandsfähig. Ein weiteres Merkmal eines Neandertalerskelettes ist, dass sein Skelett je nach Region anders ausgeprägt ist. In kälteren Regionen ist der Knochenquerschnitt im Verhältnis zu der Knochenlänge breiter als bei dem *Homo sapiens*. In wärmeren Regionen waren die Neandertaler nicht so muskulös ausgeprägt, was ein Hinweis auf die Anpassung an die klimatischen Verhältnisse ist, in denen der Neandertaler lebte. Wohingegen die modernen Menschen schmächtiger und nicht so muskulös gebaut sind. Dies kann man besonders am Skelettbau erkennen (8). Es gibt viele anatomische Unterschiede zwischen dem Neandertaler und dem modernen Menschen. Der Neandertaler hat im Gegensatz zum modernen Menschen eine Überaugenwulst, eine größere Stirnhöhle und eine flache und fliehende Stirn. Der moderne Mensch hat hingegen eine steile und hohe Stirn.

Der Neandertaler hat zu dem einen langen und großen Schädel mit gerundetem Profil von hinten. Der moderne Mensch hat einen kurzen und hohen Schädel mit senkrechten Seitenwänden. Die Schädelkapazität des Neandertalers beträgt 1245-1750 ccm und beim modernen Menschen 1560 ccm. Die Rippen des Neandertalers sind dick und wenig stark gebogen. Beim modernen Menschen sind die Rippen dünn und stark gebogen. Der Neandertaler hat im Gegensatz zum modernen Menschen ein langes Schlüsselbein, einen großen Unterkiefer mit weitem Bogen und ein längeres Schambein. Das Hüftgelenk ist beim Neandertaler nach außen gedreht, das beim modernen Menschen nach innen gedreht ist (1). Besonders gut kann man den

Neandertaler und den modernen Menschen anhand der jeweiligen Schädelmerkmale unterscheiden. Der Schädel der Neandertaler ist lang und in der Rückenansicht gerundet und es zeichnet sich ein sogenanntes Spitzgesicht ab.

Es gibt jedoch auch Übereinstimmungen des Neandertalers und des modernen Menschen, zum Beispiel die Lücke zwischen dem letzten Backenzahn und dem Unterkieferast. Aber dennoch kann man keine Verwandtschaft zwischen dem Menschen und dem Neandertaler stützen. Es handelt sich um Merkmale, die auch in der Variationsbreite des modernen Menschen liegen. Es gibt noch ein weiteres Merkmal des Neandertalers, das sich von den modernen Menschen unterscheidet: die Überaugen- und Hinterhauptwulst. Des Weiteren kann man sagen, dass unter der jeweiligen Neandertalerpopulation andere Merkmale prägend sind, die auf Umwelteinflüsse zurückgehen.

Verwandtschaft mit dem Neandertaler

Die wichtigste Frage, die seit der Entdeckung des Neandertalers aufgekommen ist, ist, ob der Neandertaler mit uns verwandt ist. Die Frage nach der Existenz von Hybriden ist demnach von großer Bedeutung. Wenn eine Vermischung durch Fossilfunde nachgewiesen werden könnte, so könnte man sagen, dass die Vermischung des Neandertalers mit dem modernen Menschen zu seinem Verschwinden beigetragen hat.

Dies würde das Verschwinden des Neandertalers erklären und auch die Frage nach dem Verwandtschaftsgrad würde damit geklärt sein. Die Existenz von fortpflanzungsfähigen Nachkommen setzt somit voraus, dass die Individuen, die an der Zeugung beteiligt sind, einer gleichen Art angehören. Demnach gelten diese dann als Unterarten und nicht als verschiedene Arten. Dennoch stellt sich die Schwierigkeit, wie man Hybriden erkennt. Man ging von der Annahme aus, dass sich das Schädelvolumen verändert hat und somit die Merkmale von beiden beinhaltet. Die sogenannte Mitochondrien-DNA ist für die Beantwortung von Fragen, die die Abstammung des Menschen betreffen, besonders gut geeignet. Die Analysen der Erbsubstanz, welche aus den Mitochondrien gewonnen wird, haben weitreichende Erkenntnisse geliefert, die auf die Abstammung aus Afrika hindeuten. Auch gaben diese Erkenntnisse neue Informationen bezüglich des Verhältnisses zwischen dem

Neandertaler und dem anatomisch modernen Menschen. Bei den Mitochondrien handelt es sich um Organellen, die die Zellen mit Energie versorgen. Man nennt sie auch kleine Kraftwerke der Zelle. Sie enthalten auch einen Anteil an Erbmateriale, wobei nur der zweihunderttausendste Teil der gesamten Erbinformation in ihnen enthalten ist. Dies macht die Analyse überschaubarer und die gleichen Daten sind häufiger vorhanden. In den Funden findet man keine vollständigen Sequenzen, sondern die Bruchstücke müssen mit speziellen Techniken aufbereitet und rekonstruiert werden.

In den meisten Fällen wird die Pyrosequenzierung angewandt. Ein weiterer Vorteil ist es, dass die mtDNA schneller mutiert als die Kern-DNA. Die Kern-DNA wird bei einer neuen Befruchtung wieder neu kombiniert im Gegensatz zur mtDNA. Dies ist vor allem für die Analyse von mtDNA wichtig, die aus zeitlich nah beieinander liegenden Bereichen stammen. Auch in einem kürzeren Zeitraum kann man Unterschiede feststellen. Die mtDNA stellt nur einen winzigen Ausschnitt aus der Erbsubstanz dar (1). Der größte Meilenstein der Paläogenetik ist die Gewinnung von mtDNA aus einem Oberarm des Neandertalers, die 27 Abweichungen bei den erhaltenen und analysierten 379 Basenpaaren im Vergleich zu der gleichen Sequenz beim heute lebenden anatomisch modernen Menschen ergab.

Dies liegt außerhalb der Variationsbreite des anatomisch modernen Menschen. Der Nachweis einer Neandertaler-mtDNA bei einem anatomisch modernen Menschen aus der Zeit um 30.000 Jahre vor heute würde bedeuten, dass die feststellbaren Unterschiede der mtDNA zu den heutigen lebenden Menschen nicht morphologisch, sondern durch den Zeitfaktor bedingt sind (1).

Neben erheblichen methodischen Schwierigkeiten, zum Beispiel durch Verunreinigungen, gibt es Schwierigkeiten in der Interpretation der Analyse. Des Weiteren kann gesagt werden, dass die Neandertaler keinen großen Beitrag zum Genpool des anatomisch modernen Menschen bzw. des *Homo sapiens sapiens* haben. Es ist nach neuesten Forschungen nur ein Prozent des Neandererb-gutes im Genpool des modernen Menschen (7).

Svante Paäbo ist der Meinung es könnte zu einem gewissen Austausch gekommen sein, der sich aber vor der Trennung von modernen Menschen und Neandertalern vollzogen hatte. Diese Trennung vollzog sich vor rund einer halben Million Jahre. Mit Hilfe der molekularen Uhr kann man die Abspaltung einer Art aufgrund von

Mutationen errechnen. In diesem Fall haben sich der *Homo sapiens* und der Neandertaler vor 550.000 – 690.000 Jahren aus einem gemeinsamen Vorfahren entwickelt, der wahrscheinlich *Homo erectus* ist, welcher eine Million Jahre früher ausstarb. Neandertaler und moderner Mensch trennten sich endgültig vor ca. 400.000 Jahren (7). Diese Neandertaleranalysen untermauern die Out-of-Africa-Theorie, die eine Verbreitung aus Afrika darstellt. Afrika ist die Herkunft des *Homo sapiens sapiens* und diese Mutter der jetzigen Menschen hat vor 172.000 Jahren gelebt. Erst danach besiedelten deren Nachfahren die Erde und verdrängten alle anderen Hominden. Somit wird die Annahme der Black-Eva-Theorie unterstützt, wonach jeglicher Anfang in Afrika zu finden ist. Der Neandertaler ist kein direkter Verwandter des *Homo sapiens* und bildet nur einen Seitenzweig in der menschlichen Evolution. Nach neusten Forschungen kann man sagen, dass der älteste Vorfahre des *Homo sapiens* der *Homo erectus* ist, der aus Afrika stammt, da deren Variationsbreite übereinstimmt. Sonst hätten wir Europäer bzw. *Homo sapiens* genetisch näher an dem Neandertaler liegen müssen als andere Menschen auf anderen Kontinenten.

Dies widerlegt die Multiregionale Theorie in dem Sinne, dass es in allen Regionen die gleichen Selektionsdrücke, Mutationsraten und Rekombinationsmöglichkeiten gegeben hat, was nicht der Fall sein kann. Der Neandertaler stammt höchstwahrscheinlich vom *Homo heidelbergensis* ab.

Der Neandertaler ist kein direkter Verwandter des *Homo sapiens* und bildet nur einen Seitenzweig in der menschlichen Evolution. Nach neuesten Forschungen kann man sagen, dass der älteste Vorfahre des *Homo sapiens* der *Homo erectus* ist, der aus Afrika stammt, da die Variationsbreite derer übereinstimmt. Sonst hätten wir Europäer bzw. *Homo sapiens* genetisch näher an dem Neandertaler liegen müssen als andere Menschen auf anderen Kontinenten. Dies widerlegt die Multiregionale Theorie, in dem Sinne, dass es in allen Regionen die gleichen Selektionsdrücke, Mutationsraten und Rekombinationsmöglichkeiten gegeben hat, was nicht der Fall sein kann. Der Neandertaler stammt höchstwahrscheinlich vom *Homo heidelbergensis* ab.

Schlusswort

Die genetische Entwicklung des modernen Menschen bzw. des *Homo sapiens* vollzog sich nach der Out-of-Africa-Theorie so, dass *Homo erectus* der Vorfahre des modernen Menschen gewesen ist und nach Europa auswanderte.

Dies zeigen viele Beweise in Bezug auf die Variationsbreite der afrikanischen Bevölkerung, so dass man sagen kann, der Ursprung liegt in Afrika und nicht in

Europa mit dem dazugehörigen Neandertaler, der zeitgleich mit dem *Homo sapiens* gelebt hat.

Der Neandertaler ist nach paläogenetischen Verfahren und Resultaten nur ein kleiner Seitenzweig in der Entwicklung des modernen Menschen, die sich vor einer Million Jahren getrennt haben. Dennoch kann man nicht genau sagen, ob es zu Genaustauschungen gekommen ist, da man Hybriden nicht in den gegebenen Fossilien erkennen kann und ob andere Faktoren diesbezüglich relevant waren. Man vermutet, dass der Neandertaler keinen großen Einfluss auf die Entwicklung des modernen Menschen gehabt hat. Da die Mutationsrate der mtDNA relativ hoch ist, kann auch vermutet werden, dass die vor 30. 000 Jahren vorhandenen Gemeinsamkeiten durch die in der Zwischenzeit abgelaufenen Mutationen verschwunden sind.

Nach meiner Meinung, birgt die Paläogenetik viele neue Errungenschaften wie die Analyse von Sequenzen, die den Nachweis über den Neandertaler gebracht hat. Aber dennoch entstehen so Problematiken, die auf die Interpretation der Ergebnisse zurückzuführen sind und somit vielleicht andere Schlussfolgerungen entstehen, zum Beispiel dass der Neandertaler doch mit uns verwandt ist und wir neben ihm eine Unterart stellen und nicht eine voll ausgebildete Art. Ein anderes Problem ist, dass Ergebnisse verworfen werden, die für die menschliche Entwicklung vielleicht ausschlaggebend waren, da der Verdacht einer Verunreinigung vorliegt.

Literaturverzeichnis

Verwendete Bücher und Magazine:

(1) *Bärbel Auffermann und Jörg Orschiedt, Die Neandertaler, Konrad Theiss Verlag GmbH, Stuttgart 2002*

(2) *Biologie in unserer Zeit, 29. Jahrgang, November 1999, ISSN 0045 – 205X, Bluzar, Wiley-Vch*

Verwendete Internetadressen:

(3) *www.egbeck.de/skripten/13/bs13-40.htm*

(4) *www.thorbecke.de/pdf/9087.pdf*

(5) *www.quarks.de/dyn/15561.phtml*

(6) *www.willighp.de/evo/thema/arten/neanderthalensis.php#top*

(7) *www.wissenschaft.de/wissen/news/257720.html*

(8) *www.de.wikipedia.org/wiki/Neandertaler*