



universität
wien

DIPLOMARBEIT

DIGITALES RÖNTGEN ALS GRUNDLAGE FÜR DIE KLASSISCH-ANTHROPOLOGISCHE BESTIMMUNG DER KÖRPERHÖHE ALTÄGYPTISCHER MUMIEN

Verfasserin

Ursula Franz

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2011

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A442

Studienrichtung lt. Studienblatt: Diplomstudium Anthropologie

Betreuerin: Univ. Prof. Dr. Sylvia Kirchengast

DANKSAGUNG

Ich möchte mich bei Karl Großschmidt (Medizinische Universität Wien, Institut für Histologie, Abteilung für Biomaterial- und Stützgewebeforschung) für die Themenfindung und –ausarbeitung und die engagierte fachliche Betreuung bedanken, ganz besonders für die vielen Anregungen und die konstruktive Kritik.

Vielen Dank an Univ.-Prof. Dr. Sylvia Kirchengast für die Betreuung meiner Diplomarbeit von Seiten des Instituts für Anthropologie, sowie an OA Dr. Michael Urban, der die Arbeit an den radiologischen Bildern der Mumien im Donauspital ermöglicht hat.

Ganz herzlich will ich mich bei meinen Schwestern Barbara und Rebekka und genauso bei meinen Freundinnen Elisabeth, Eva, Katharina, Marlene und Silke bedanken, die während meines gesamten Studiums und besonders in der Zeit, in der ich diese Diplomarbeit verfasst habe, ein offenes Ohr für mich hatten und mir tatkräftig mit Ratschlägen zur Seite standen.

Großen Dank will ich meinen Eltern aussprechen, die mir dieses Studium ermöglicht haben und mich immer unterstützt und gefördert haben.

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	7
1. EINLEITUNG	9
2. ÄGYPTEN UND SEINE MUMIEN.....	10
2.1. GESCHICHTE DER MUMIFIZIERUNG.....	10
2.2. MUMIFIZIERUNG IN ÄGYPTEN.....	12
2.3. ALTÄGYPTISCHE MUMIEN IN EUROPA.....	18
3. MUMIEN UND FORSCHUNG.....	20
3.1. RÖNTGEN IN DER MUMIENFORSCHUNG	21
3.2. COMPUTERTOMOGRAPHIE IN DER MUMIENFORSCHUNG	23
4. ZIEL DER ARBEIT	29
5. MATERIAL UND METHODEN	30
5.1. DIE STICHPROBE.....	30
5.2. STERBEALTERSBESTIMMUNG	31
5.3. GESCHLECHTSBESTIMMUNG.....	47
5.4. KÖRPERHÖHENSCHÄTZUNG.....	57
6. ERGEBNISSE UND DISKUSSION	69
7. ZUSAMMENFASSUNG.....	92
8. LITERATUR.....	93
9. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	98
10. TABELLENVERZEICHNIS.....	100
LEBENS LAUF	103

ABSTRACT

The aim of this work was to test non-invasive methods of physiological anthropology for the determination of sex, age at death and body height using the radiological pictures of ancient Egyptian mummies. Within the framework of a research project conducted by the Austrian Science Fund (FWF) from 1996 to 1999, ancient Egyptian mummies of the Vienna Museum of Art History were radiologically examined in the hospital Donaushpital Wien. A total of 28 coffins originating from the Late Period and Ptolemaic Dynasty were examined using X-raying and computed tomography. Thereby, 19 adults, eight children and at least two children together in one coffin were found. Out of 19 adult mummies the body height of four female mummies with age at death ranging from 20 to 40 years and 14 male mummies with age at death ranging from 15 to 50 years could be estimated according to formulas by Dupertuis and Hadden (1951), Trotter and Gleser (1952; 1958) as well as Raxter et al. (2008). Concerning body proportions, for almost each mummy there was at least one compatible formula, but no formula was applicable to all 18 mummies combined. The formulas for black US-Americans suggested by Trotter and Gleser (1952; 1958) and the formulas for Egyptian mummies suggested by Raxter et al. (2008) are the most applicable.

ABSTRACT

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zu überprüfen, ob sich nicht-invasive Methoden der physiologischen Anthropologie dafür eignen, das Sterbealter, das Geschlecht sowie die Körperhöhe an digitalen radiologischen Bildern von Mumien bestimmen zu können. Diese radiologischen Bilder wurden im Rahmen des vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) durchgeführten Wiener Mumienforschungsprojektes in den Jahren 1996 bis 1999 an altägyptischen Mumien aus dem Kunsthistorischen Museum Wien im Donauspital Wien mit Hilfe von digitalem Röntgen und Computertomographie erstellt. Es wurden insgesamt 28 Särge aus der Spätdynastischen und Ptolemäischen Zeit untersucht. Es handelte sich hierbei um 19 Erwachsene, acht Kinder und mehrere zusammen in einem Sarg bestatteten Kinder. Die Körperhöhen von vier weiblichen Mumien, deren Sterbealter zwischen 20 und 40 Jahren lag, und 14 männlichen Mumien mit einem Sterbealter zwischen 15 und 50 Jahren konnten geschätzt werden. Dazu wurden Formeln zur Körperhöhenschätzung nach Dupertuis und Hadden (1951), Trotter und Gleser (1952; 1958) sowie Raxter et al. (2008) verwendet. Es konnten für fast alle Mumien auf die Körperproportionen der einzelnen Mumien zutreffende Formeln gefunden werden, aber keine der Formeln trifft exakt auf die Körperproportionen aller 18 Mumien zu. Die Formeln von Raxter et al. (2008) und von Trotter und Gleser (1952; 1958) für schwarze US-Amerikaner sind am ehesten für die Körperhöhenschätzung der altägyptischen Mumien geeignet.

1. EINLEITUNG

Ägyptische Mumien stellen historisch einzigartige, nicht wiederbringliche Funde dar, weshalb sie auch für die Wissenschaft und Zukunft erhalten bleiben sollen. Sie sind auch für die Anthropologie wertvolle Informationsquellen. Es ist also wichtig, anthropologische Bestimmungsmethoden zu finden beziehungsweise zu adaptieren, um möglichst viel Information gewinnen zu können.

Mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen am Ende des 19. Jahrhunderts war eine Methode gefunden, nicht invasive Forschungen an Mumien durchzuführen. Diese ist nach wie vor die einfachste und effizienteste Methode, Mumien zu untersuchen und überhaupt Informationen über den Inhalt des Sargs zu erhalten.

Röntgen und Computertomographie stellen hervorragende, nicht invasive Untersuchungsmöglichkeiten dar, um die Mumien bei der Untersuchung nicht zu beschädigen oder sie überhaupt berühren zu müssen. An den radiologischen Bildern können auch Messungen von Längen, Dimensionen und Winkeln an Knochen durchgeführt werden.

Vor diesem Hintergrund sollen in der vorliegenden Arbeit Möglichkeiten der Geschlechtsbestimmung und Sterbealtersbestimmung, welche normalerweise für Skelette vorgesehen sind, an Röntgenbildern und Computertomographieaufnahmen von Mumien aus dem Kunsthistorischen Museum Wien überprüft werden. Darüber hinaus werden aus der Literatur geeignete Formeln für die Körperhöhenschätzung angewendet, welche Korrelationen zwischen Körperhöhe zur Länge unterschiedlicher Röhrenknochen nutzen. In der vorliegenden Arbeit werden die Methoden der physiologischen Anthropologie an digitalen radiologischen Bildern von Mumien angewendet. Neben den Methoden zur Sterbealters- und Geschlechtsbestimmung, werden auch unterschiedliche Formeln gezeigt und verglichen, die für die Körperhöhenschätzung verwendet werden können.

2. ÄGYPTEN UND SEINE MUMIEN

2.1. GESCHICHTE DER MUMIFIZIERUNG

Durch viele Faktoren kann der Verwesungsprozess des Körpers gestoppt werden. Es gibt natürliche Umweltbedingungen, die dafür sorgen können, dass biologisches Gewebe erhalten bleibt, wie etwa sehr hohe oder sehr niedrige Temperaturen. Bei einer Temperatur unter 0°C kann ein Körper konserviert werden. Setzt man einen Körper starker Hitze oder Strahlung aus, hat das ebenfalls eine konservierende Wirkung (Jackowski, Bollinger, Thali, 2008).

Belege dafür sind natürlich konservierte Mumien, die vor allem in der Atacama-Wüste in Chile, der Sahara in Ägypten oder der Wüste Gobi in China gefunden wurden (Jackowski, Bollinger, Thali, 2008). Ebenso wurden durch Kälte konservierte Körper der Skythen, einem Reiternomadenvolk, in Pasyryk in Russland und von Inuits in Grönland gefunden (Aufderheide, 2003). Das wahrscheinlich bekannteste Beispiel ist in diesem Fall die Gletschermumie „Ötzi“. Der in den Alpen gefundene Mann aus der Jungsteinzeit wird heute noch in Bozen im Südtiroler Archäologiemuseum aufbewahrt.

In feuchter, anaerober Umgebung kann es zu einer chemischen Reaktion der Fettsäuren kommen, die in diesem Fall verseifen und sogenanntes Adipocire beziehungsweise Leichenwachs bilden (Jackowski, Bollinger, Thali, 2008). Der wachsähnlich aussehende Körper bleibt ebenfalls lange erhalten.

Weitere Stoffe wie Schwermetalle, Harze oder Laugen können ebenfalls bakterizid wirken und die Verwesung des Körpers verlangsamen oder aufhalten (Jackowski, Bollinger, Thali, 2008), auch durch Salz, wie die beispielsweise in Hallstatt gefundenen „Salzmumien“ belegen (Aufderheide, 2003).

In den unterschiedlichsten Kulturen auf der ganzen Welt gibt es aber auch Belege dafür, dass die Verstorbenen künstlich konserviert wurden. In vielen

Fällen, kann man nur darüber spekulieren, warum die Körper nach dem Tod behandelt wurden, um ihn zu erhalten.

Die ältesten Belege für Mumifizierung stammen aus Zentral- und Südamerika. Die Chinchorros in Chile konservierten ihre Verstorbenen wahrscheinlich schon vor 7000 Jahren. Den Funden nach zu urteilen, wurde wahrscheinlich jeder Körper konserviert, da kein wirklicher Anhaltspunkt gefunden wurde, dass sich die Behandlung nach dem Tod in irgendeiner Art und Weise nach dem Sozialstatus der Person gerichtet hätte. Es wurden sogar Totgeburten mumifiziert (Jackowski, Bollinger, Thali, 2008). Aber nicht nur mumifizierte Körper wurden entdeckt, sondern auch natürliche Mumien, von welchen die älteste auf etwa 9000 Jahre datiert wird (Aufderheide, 2003).

Ein weiteres Beispiel stellen die Inca dar, die bis zur Eroberung durch die Spanier Ende des 16. beziehungsweise Anfang des 17. Jahrhunderts. Manchen Mumien wurden die Organe entnommen, aber auch die Mumien, bei welchen das nicht passierte, wurden sehr effektiv konserviert. Bei den Inca wurden die Verstorbenen der regierenden Familien mumifiziert und im Sonnentempel in Cuzco aufbewahrt. Zu speziellen Feiern wurden sie in königliche Gewänder gekleidet und saßen so bestimmten rituellen Festen bei (Aufderheide, 2003).

Eine der berühmtesten konservierten Körper ist wahrscheinlich Vladimir Ilyich Lenin, der 1924 starb. Zuerst wurde der Leichnam bei 0°C gekühlt gelagert, um ihn zu erhalten. Einige Jahre später wurden Konservierungslösungen verwendet. Heute sind noch immer etwa 60 Personen angestellt, die sich um den Erhalt von Lenins Körper kümmern (Aufderheide, 2003).

Trotz dieser hier erwähnten und noch einer Vielzahl an weiteren Beispielen für künstliche Mumifizierung, kann gesagt werden, dass die Mumifizierung, wie sie in Ägypten durchgeführt wurde, eine unvergleichliche Form der Konservierung darstellt. Die Techniken waren sehr kompliziert und wurden immer weiter entwickelt, um die beste Möglichkeit zu ergründen, die Körper der Verstorbenen erhalten zu können.

2.2. MUMIFIZIERUNG IN ÄGYPTEN

Die Geschichte Ägyptens wird in verschiedene Zeitabschnitte und innerhalb dieser Zeitabschnitte in Dynastien unterteilt. Ägypten wurde erst um das Jahr 3100 v.u.Z. zu einem Königreich vereint. Der Zeitabschnitt von etwa 3100 bis 332 v.u.Z. ist in 30 beziehungsweise 31 Dynastien unterteilt.

Die folgende Tabelle zeigt die von Rosalie David (2008) aufgestellte Zeiteinteilung, nach der sich die in dieser Arbeit angegebenen Zeitangaben richten.

Tabelle 1: Zeiteinteilung nach David (2008)

Zeitabschnitt (von – bis)		Bezeichnung
5000 v.u.Z.	3100 v.u.Z.	Prädynastische Zeit
3100 v.u.Z.	2686 v.u.Z.	Archaische Zeit
2686 v.u.Z.	2181 v.u.Z.	Altes Reich
2181 v.u.Z.	1991 v.u.Z.	Erste Zwischenzeit
1991 v.u.Z.	1786 v.u.Z.	Mittleres Reich
1786 v.u.Z.	1567 v.u.Z.	Zweite Zwischenzeit
1567 v.u.Z.	1085 v.u.Z.	Neues Reich
1085 v.u.Z.	668 v.u.Z.	Dritte Zwischenzeit
664 v.u.Z.	332 v.u.Z.	Spätdynastische Zeit
332 v.u.Z.	30 v.u.Z.	Ptolemäische Zeit
30 v.u.Z.	641 u.Z.	Römische Zeit

Bereits im Neolithikum entstanden Siedlungen entlang des Nils, die im Laufe der Zeit immer enger zusammenwuchsen. Da die landwirtschaftlich kultivierbaren und bewohnbaren Flächen sich auf den Überschwemmungsbe- reich entlang des Nils und auf das Nildelta beschränkten, konnten diese nicht für den Zweck als Grabstätten verwendet werden. Die Verstorbenen wurden in den nahe gelegenen Wüstenabschnitten begraben (David, 2008). Die Gräber waren oberflächliche Gruben im Sand. Das heiße und trockene Klima der Wüste begünstigte die Austrocknung und in Folge die Erhaltung der Körper der Verstorbenen (Harris, Wente, 1980). Die austretenden Kör-

perflüssigkeiten wurden vom Sand aufgenommen, somit war kein Wachstum von Bakterien und Pilzen mehr möglich, welche sich an den Geweben zu schaffen gemacht hätten. Die Leichen blieben ausgetrocknet und mit Haut, Haaren und Nägeln als natürliche Mumien erhalten. Diese Form einer „natürlichen“ Mumifizierung blieb auch weiterhin die einzige Möglichkeit für die ärmeren Gesellschaftsschichten, ihre Toten zu bestatten (David, 2008). Für die Ägypter war es aus religiösen Gründen wichtig, dass der Körper so lebensecht wie möglich verblieb. Die religiöse Überzeugung, dass ein Weiterleben nach dem Tod abhängig von der möglichst lebensnahen Erhaltung des Körpers sei, war Anlass für die Suche nach einer Möglichkeit, die Körper der Angehörigen höherer Gesellschaftsschichten in ihren unterirdischen Gräbern zu erhalten.

Die Ägypter glaubten zwar an ein Leben nach dem Tod, dieses war aber an ein Weiterbestehen des Körpers in seinem Grab gebunden. Der Glaube der Ägypter besagte, dass ein Mensch zwei unsterbliche, spirituelle Elemente besitzt. Diese spirituellen Elemente, das sogenannte *ba* und *ka*, repräsentieren bestimmte Eigenschaften des Menschen. Das *ka* stand für die Charaktereigenschaften eines Menschen, die schon seit der Geburt vorhanden sind und den Menschen während des Lebens beschützen sollten (Harris, Weeks, 1973). Auch nach dem Tod sollte es beim Verstorbenen bleiben. Das *ba* stand für die Lebenskraft oder die Seele (Harris, Wente, 1980). Es blieb nicht ständig beim Toten, sondern begleitete die Sonne in der Nacht auf ihrem Weg durch die Unterwelt und kehrte jeden Morgen zum Verstorbenen zurück. Diese beiden spirituellen Elemente brauchten einen Platz, an dem sie bleiben konnten, wobei der erhaltene Körper diesen Ort darstellte. Der Körper musste aber auch vom *ba* wiedererkannt werden, um zu ihm zurückzufinden (Harris, Weeks, 1973). Dieser Glaube an ein Weiterleben nach dem Tod war also vom bestmöglichen lebensnahen oder lebensechten Erhalt des Leichnams abhängig und führte im Laufe der Zeit zu immer ausgeklügelteren, aufwendigeren und sorgfältigeren Mumifizierungstechniken, um die vollständige Erhaltung der Verstorbenen zu garantieren.

Die Mumifizierung als künstliche Konservierung der Verstorbenen wurde in Ägypten vor etwa 4000 Jahren entwickelt (David, 2008). Die Mumifikations-techniken veränderten sich über den langen Zeitraum hinweg, in dem diese

Art der Konservierung praktiziert wurde. Meist blieb es den oberen Gesellschaftsschichten vorbehalten, die Körper ihrer Verstorbenen mumifizieren zu lassen, da dies zum einen eine Kostenfrage darstellte. Zum anderen ließ sich die herrschende Oberschicht Grabstätten errichten, in welchen eine natürliche Austrocknung nicht mehr möglich war (Harris, Weeks, 1973). Die Körper wären durch Verwesungsprozesse zerstört worden, die von Pilzen und Bakterien in Gang gesetzt werden.

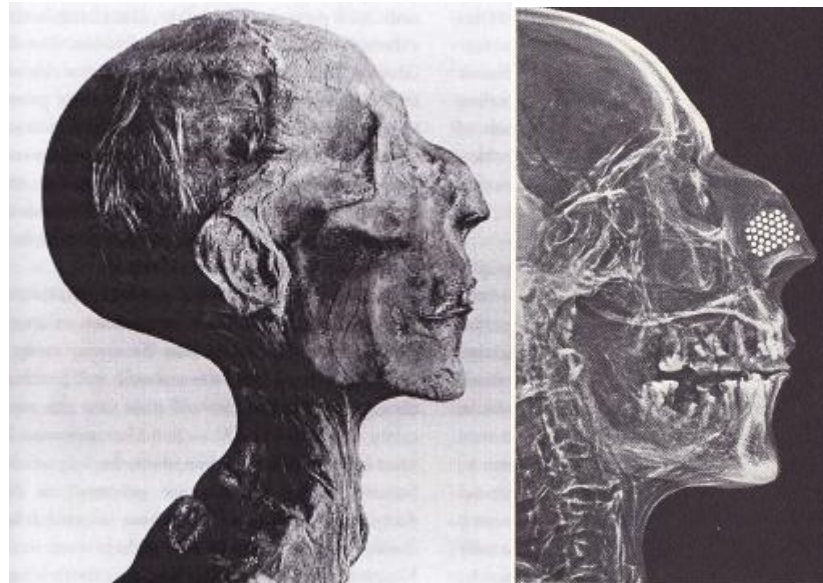
Um die Körper für immer zu erhalten, wurden die Eingeweide entfernt. Entweder wurden sie durch einen Einlauf aus terpentinartiger Flüssigkeit aufgelöst und über den Darm ausgespült (Jackowski, Bollinger, Thali, 2008), oder aber gewöhnlich über einen Einschnitt im linken Abdomen entfernt. Die nach dem Wissensstand der Ägypter wichtigsten vier Organe - Magen, Darm, Leber und Lunge - wurden in diesem Fall oft einzeln konserviert und in eigenen Gefäßen, so genannten Kanopen, verwahrt. Das Herz wurde gewöhnlich nicht entfernt, da es nach Ansicht der Ägypter den Sitz der Gefühle und des Denkens darstellte (Hoffmann et al., 2002). Um die Konservierung des Körpers sicher zu stellen, wurde er mit Natron ausgetrocknet.

In den meisten Fällen wurde das Gehirn entfernt. In manchen Fällen wurde dazu entweder der Schädel an einer Stelle eröffnet oder ein Zugang über das Foramen magnum an der Schädelbasis geschaffen, meist wurde aber durch die Zerstörung des Os ethmoidale ein Zugang über die Nase zum Gehirn geschaffen (Jackowski, Bollinger, Thali, 2008). Sofern das Gehirn entnommen wurde, wurde die Schädelhöhle mit Harz ausgegossen oder sehr selten mit in Harz getränkten Leinentüchern ausgestopft. Thorax und Abdomen wurden mit verschiedensten, oft in Leinensäckchen gefüllten Materialien ausgestopft, wie Myrrhe, Zimt, in Harz getränkte Leinentücher, oft mit Harz vermischte Sägespäne, manchmal auch Zwiebeln (Harris, Wente, 1980). Es wurden auch Mumien gefunden, denen Pfefferkörner in die Nasenlöcher gesteckt wurden, wie bei der Mumie von Ramses II (siehe Abbildung 1). Pfefferkörner galten in Ägypten als wertvolles Heilmittel und mussten aus Indien importiert werden (Germer, 1991).

Anschließend wurde der Körper einbalsamiert. Es wurden wertvolle Öle, Salben und auch Gewürze benutzt, mit welchen der Körper eingerieben

wurde (Harris, Wente, 1980). Der gesamte Leichnam wurde anschließend mit Leinenbinden eingewickelt.

Abbildung 1: Mumie von Ramses II (links; Aufderheide, 2003) und Röntgenbild der Mumie von Ramses II mit Pfefferkörnern in der Nase (rechts; Germer, 1991)



Grundsätzlich hatte jede Mumifizierung das selbe Ziel: Der Körper sollte jegliche Flüssigkeit verlieren, damit die Verwesungsprozesse gestoppt werden und somit dem Verfall des Körpers entgegenwirkt werden kann. Die Methoden unterschieden sich aber von Dynastie zu Dynastie und auch auf Grund des sozialen Status der Person.

Von den meisten aus der Prädynastischen Zeit gefundenen Körpern, die in Gräbern bestattet worden waren, waren nur Skelette übrig. In manchen Gräbern aber wurden „natürlich“ mumifizierte Körper gefunden. Man konnte durch Untersuchungen bestätigen, dass sie nicht künstlich konserviert worden waren, also mit keinen Mitteln zur Austrocknung behandelt wurden (Harris, Wente, 1980).

Mit dem Beginn der Bestattung der Toten in Grabstätten entwickelte sich auch die Mumifizierung als künstliche Konservierung der Verstobenen. Die Technik war aber zu Beginn noch nicht ausgereift genug, um die Körper

lange zu erhalten. Ab Ende der 3. Dynastie oder Anfang der 4. Dynastie wurden die leicht verwesenden Teile des Körpers durch eine künstliche Öffnung im Abdomen entfernt (Germer, 1991).

Der Körper und die Organe wurden einige Zeit mit Natron getrocknet, laut den Aufzeichnungen von Herodotus dauerte dieses Austrocknen mit Natron 70 Tage lang (Harris, Weeks, 1973).

Bei Mumien aus dem Alten Reich wurden bereits die Organe des Thorax und des Abdomens durch einen Schnitt in der linken Seite des Bauchs entfernt. Aus der Ersten Zwischenzeit sind aber auch Mumien bekannt, deren Organe ohne Einschnitt entfernt worden sind. Man vermutet, dass ein Einlauf aus bestimmten Flüssigkeiten über den Anus injiziert wurde, um die Eingeweide aufzulösen, wobei die Eingeweide aber so nicht vollständig entfernt werden konnten. Diese Mumien sind allgemein nicht so gut erhalten wie die aus späteren Zeiten. Es ist auch nicht klar, ob zu diesem Zeitpunkt überhaupt Natron verwendet wurde, um die Körper zu dehydrieren (David, 2008).

Die Mumien des Neuen Königreichs sind die am besten erhaltenen. Es wurden verschiedenste Harze und Öle verwendet, um die Körper haltbar zu machen. Zu dieser Zeit wurde bereits das Gehirn im Zuge der Mumifizierung entfernt. In der Regel wurde ein Metallhaken oder ein Haken aus Holz über das Nasenloch durch das Os ethmoidale in den Schädel eingeführt, um so das Gehirn zu zerkleinern beziehungsweise zu verflüssigen und es durch die Nase herausrinnen zu lassen (Jackowski, Bollinger, Thali, 2008). Durch den Haken wurde das Os ethmoidale zerstört, was an Hand radiologischer Bilder bewiesen werden kann. Eine ungewöhnlichere Methode war es, über das Foramen magnum oder über eine Trepanation der Orbita zum Gehirn zu gelangen, wobei hier das Gehirn nie vollständig entfernt werden konnte (David, 2008).

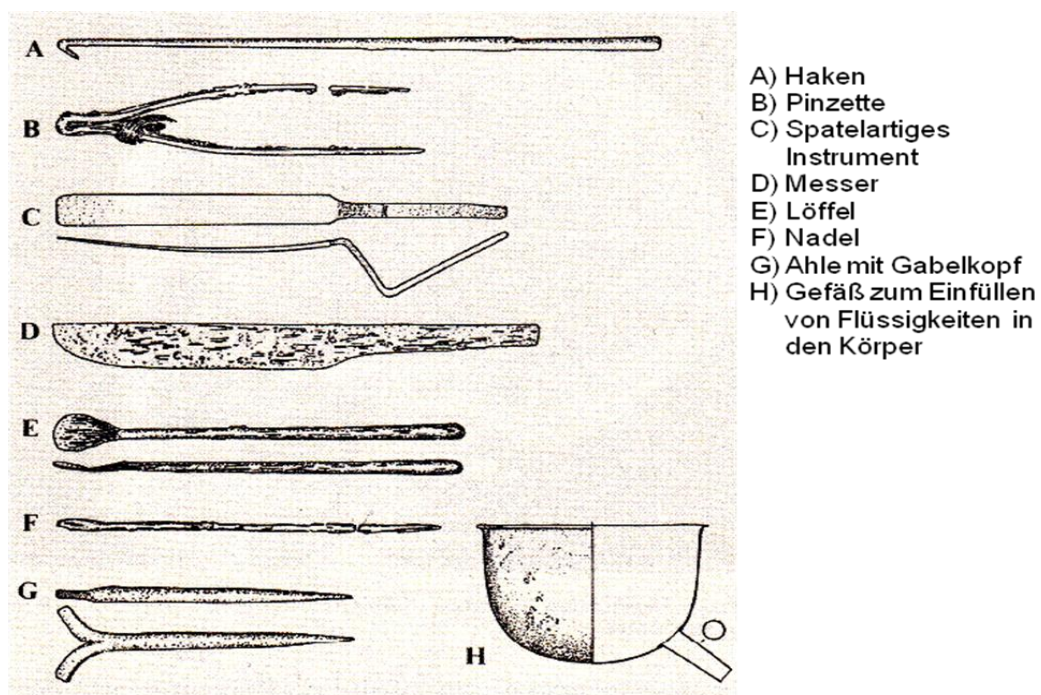
In der 21. Dynastie wurde versucht, Mumien sehr lebensnah zu erhalten. Unter die Haut wurde durch kleine Einschnitte Füllmaterial gestopft, um manche Körperstellen, wie zum Beispiel die Wangen, voller erscheinen zu lassen. Als Füllmaterialien wurden Sägespäne, Lehm, Butter oder auch Leinentücher verwendet (David, 2008). Eine solche Mumie aus der 21. Dynastie wurde von Rühli und Böni (2000) untersucht. Die Kieferhöhle so-

wie Mund und Halsregion wurden mit einer unbekannten homogenen Masse ausgestopft. In diesem Fall blieb der kosmetische Effekt erhalten, oft aber führte dieses Ausstopfen durch spätere Einflüsse zum Zerreißen der Haut in diesen Regionen.

Es wurden auch künstliche Augen in die Augenhöhlen gelegt, die Haare oft gefärbt und um falsche Strähnen erweitert und manchmal auch das Gesicht oder der ganze Körper bemalt (David, Archbold, 2001). Die Organe wurden zu dieser Zeit nur mehr in Bündel gewickelt und in den Körper zurückgelegt oder auch einfach beim Körper liegen gelassen. Oft wurden Wachsfiguren der Söhne des Horus in die Bündel beigelegt (Harris, Weeks, 1973).

Es wurden verschiedenste Mumifizierungsinstrumente von Balsamierern bei Ausgrabungen gefunden, wie Bronzehaken, Spatel, Löffel, Pinzetten und Meißel. Da solche Werkzeuge in Mumien gefunden wurden, kann man davon ausgehen, dass diese auch bei der Mumifizierung verwendet wurden und im Körper vergessen wurden (Germer, 1991). Eine Reihe dieser Mumifizierungsinstrumente sind in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2: Mumifizierungsinstrumente (Germer, 1991)



Mit der Zeit sank der Standard der Mumifikationstechniken rapide ab, denn es wurde viel mehr Wert auf die äußerliche Erscheinung der Mumie als auf die Haltbarkeit des Körpers gelegt.

In der Ptolemäischen Zeit, nach der Eroberung Ägyptens durch Alexander den Großen, gab es weitere Veränderungen vor allem durch den zunehmenden Einfluss anderer Glaubensrichtungen (David, Archbold, 2001). Die Verstorbenen wurden nur mehr zum Teil mumifiziert. Die äußere Umhüllung wurde immer sorgfältiger ausgearbeitet, die Eingeweide der Verstorbenen wurden jedoch nur noch selten entfernt. Es wurde auch ausschließlich Harz als konservierendes Mittel verwendet. Das Harz wurde in die Körperhöhlen, den Schädel, sowie direkt auf die Haut gegossen. Das Ergebnis dieser Technik waren schwarzgefärbte, harte, glänzende Mumien.

Die Mumie von Tutanchamun stammt zwar aus der 18. Dynastie, sie stellt aber ein Beispiel für solche Mumien dar. Sie wurde mit so viel Salböl übergossen, dass die Mumienbinden brüchig und durch chemische Reaktion verkohlt waren und die Mumie im Sarg festklebte. Es wurden zwar viele Schichten von Mumienbinden abgetragen, die Mumie konnte aber trotzdem nur durch Herausstemmen aus dem Sarkophag geholt werden. Der Körper zerbrach dabei leider in mehrere Teile (Germer, 1991).

Auch in der Römischen Zeit wurden Mumifizierungen durchgeführt. Zu dieser Zeit diente Natron wieder als Austrocknungsmittel. Erst nach der Hinwendung zum Islam, nach dem Einmarsch der Araber im Jahr 641 u.Z., verschwand die Mumifizierung nach und nach (David, 2008).

2.3. ALTÄGYPTISCHE MUMIEN IN EUROPA

Bereits im ersten Jahrhundert vor unserer Zeit wurde Bitumen als Heilmittel genutzt. Bitumen ist ein Erdölprodukt, welches auch mit dem persischen Wort *mumiya* bezeichnet wird. Auf Grund des geringen Ertrages der Produktion galt es aber als sehr wertvoll. Im 12. Jahrhundert kam ein arabischer Arzt auf die Idee, das Harz, mit welchem die ägyptischen Mumien zum Teil ausgegossen waren, wie Bitumen als Heilmittel zu nutzen (Germer, 1991). Dieses Heilmittel war im 16. und 17. Jahrhundert vor allem in

Europa weit verbreitet und bald wurde nicht nur das Harz genutzt, sondern die heilenden Kräfte dem gesamten konservierten Körper zugesprochen (Aufderheide, 2003). Ärzte und Apotheker verkauften zerriebene Mumien als teures Arzneimittel gegen alle möglichen Krankheiten.

Aus dem Wort *mumiya* entwickelte sich der Name für diese neue Arznei, die aus einem Pulver aus dem einbalsamierten Körper mitsamt seinen Bandagen bestand und gewöhnlich als Heiltrank eingenommen wurde. Nach einiger Zeit stand das Wort *mumiya* für den gesamten einbalsamierten und konservierten Leichnam.

Nach Napoleons Einzug in Ägypten um das Jahr 1798 nahmen die mitgereisten französischen Wissenschaftler und Gelehrten viele Eindrücke und Wissen mit nach Frankreich. Das breite Interesse der europäischen Bevölkerung an Ägypten und dessen Kultur wurde geweckt (David, Archbold, 2001). Ägypten wurde zu einem beliebten Reiseziel. Neben oder gerade wegen des Ägyptentourismus erlebte auch der Antiquitätenschmuggel einen Aufschwung. Gräber wurden geplündert und die Schätze an Antiquitätenhändler oder direkt an europäische Touristen verkauft. Die Reisenden brachten enorme Mengen an Souvenirs mit zurück nach Europa. Unter diesen Souvenirs fand man aber nicht nur wertvolle Antiquitäten sondern auch Mumien. Da Mumien als Kuriosität galten, fanden neben öffentlichen Mumienschauen auch private Mumienauswicklungen bei Mumien-Partys statt.

Neben der Verarbeitung der ägyptischen Mumien zu Heilmitteln wurden auch noch andere wirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten für die Unmengen an Mumien gesucht, so gibt es Berichte davon, dass in Ägypten Dampflokomotiven mit Mumien geheizt wurden (Aufderheide, 2003). Eine weitere Idee war es, aus den Leinenbinden der Mumien Papier herzustellen. Da das braune Verpackungspapier aber qualitativ nicht hochwertig genug war, wurden die Mumien nur kurze Zeit dafür genutzt (Germer, 1991).

3. MUMIEN UND FORSCHUNG

Die Meinung, dass die ägyptischen Mumien viel mehr waren als nur kuriose Souvenirs oder eine Arznei, vertraten Wissenschaftler erst sehr spät, da das Augenmerk meist auf den Grabbeigaben, den Sarkophagen und den Grabstätten selbst lag.

Bis zur Entdeckung nicht invasiver Untersuchungsmethoden war die Mumienforschung auf Sektionen angewiesen. Bei einer Sektion mussten zum einen die wertvollen Särge geöffnet werden und zum anderen wurden die oft kunstvollen Umhüllungen und Leinentücher der Mumien zerstört, um zum Körper selbst zu gelangen, der hierbei ebenfalls zerstört wurde (Jackowski, Bollinger, Thali, 2008).

Da die ägyptischen Mumien einzigartige Funde darstellen, sollen sie auch für die Wissenschaft erhalten bleiben. Es ist also wichtig, Methoden zu finden, um aus den Ergebnissen von nicht invasiven Untersuchungen so viel Information wie möglich zu gewinnen.

Röntgen und Computertomographie stellen hervorragende, hochauflösende Untersuchungsmöglichkeiten dar, um die Mumien zu untersuchen, ohne sie überhaupt aus den Särgen nehmen zu müssen. Mit Hilfe von diesen nicht invasiven Methoden ist es möglich, das Skelett zu untersuchen, um neben dem Sterbealter und Geschlecht auch Informationen über den sozialen Status, den Beruf sowie etwaige Krankheiten herauszufinden.

Es können für die Population wichtige Merkmale am Skelett gefunden werden, wie bestimmte Indices, Längenverhältnisse von Messungen an den Knochen oder auch Ausprägungen von charakteristischen Merkmalen. All diese Ergebnisse können bei weiteren Bestimmungen ägyptischer Mumien weiterhelfen.

Für die anthropologische Forschung ist außerdem von großem Vorteil, dass bei den Mumien nicht nur sondern auch Weichgewebe erhalten sind. Durch das Vorhandensein des Weichteilgewebes der Mumien eröffnet sich ein breites Feld an Untersuchungsmöglichkeiten in Hinblick auf Krankheiten und Krankheitserreger sowie DNA-Untersuchungen. Zum Teil konnten auch Mageninhalte analysiert werden. Von welchen Parasiten die Bewohner

Ägyptens zu der Zeit der Mumifizierung befallen wurden, konnte auch ermittelt werden, da zum Beispiel Wurmeier erhalten blieben und analysiert werden konnten.

Für die Archäologie sind vor allem die Mumienbinden die wichtigste Informationsquelle. Es wurden sehr häufig beschriebene Papyri als Mumienbinden oder Füllmaterial verwendet, auf welchen Informationen über das Alltagsleben geschrieben standen. Auch die Kartuschen der Mumien wurden aus solchen Papyri zusammengeklebt. Dass bereits beschriebene Papyri als Mumienbinden, Füllmaterial oder für die Kartuschen verwendet wurden, wurde erst spät im Laufe der Mumienforschung klar. Bei der Mumie von Tutanchamun wurden die Mumienbinden aufgeschnitten und gingen verloren.

3.1. RÖNTGEN IN DER MUMIENFORSCHUNG

Wilhelm Conrad Röntgen entdeckte im Jahr 1895 Strahlung, die er als X-Strahlung bezeichnete. Sie wurde später nach ihrem Entdecker in Röntgenstrahlung umbenannt. Die Röntgenstrahlung ermöglicht es, den Sarkophag und die Mumie auch ohne Öffnen des Sarges zu durchleuchten.

Bei einer Röntgenaufnahme muss die Energie der Röntgenstrahlen auf die Dichte des Gewebes und Dicke des Untersuchungsobjektes abgestimmt werden. Körperstrukturen absorbieren die Strahlung je nach Gewebsdichte (Aufderheide, 2003). Wird Röntgenstrahlung durch den Körper geschickt, so wird die unterschiedliche Intensität der austretenden Strahlung aufgezeichnet. Wenn die Röntgenstrahlung nicht oder wenig absorbiert wird, treten die Röntgenstrahlen durch und die Region erscheint in der Aufzeichnung schwarz. Wird die Röntgenstrahlung absorbiert, erscheint die Region heller, da keine oder nur wenig Strahlung durchtritt. Dazwischen liegen je nach Menge der durchtretenden Strahlung alle möglichen Grautöne. Knochen schwächen die Röntgenstrahlung stark ab und erscheinen am Bild weiß, Weichteilgewebe erscheint in Grautönen und Luft zeigt sich als schwarze Region.

Röntgen ist die einfachste und kostengünstigste Methode, Mumien zerstörungsfrei zu untersuchen. Grundsätzlich erhält man Informationen über den Inhalt des Sarges. Je nachdem, was sich im Sarg befindet, kann entschieden werden, ob weitere Untersuchungen durchgeführt werden. An Hand eines Röntgenbildes kann man klären, in welchem Zustand sich der Inhalt des Sarges befindet, ob sich ein Mensch im Sarg befindet, ein Tier, mehrere Körper, eine Ansammlung an Knochen verschiedener Individuen oder ob sich Artefakte beim oder im Körper befinden. Im Falle einer menschlichen Mumie kann eventuell auch auf das Geschlecht geschlossen und das Sterbealter zumindest eingegrenzt werden.

Ein Nachteil der Röntgenbilder ist, dass sie nur zweidimensionale Aufnahmen von dreidimensionalen Objekten sind. Somit überlagern sich die dargestellten Strukturen und werden von anderen Strukturen verdeckt, wodurch sie nicht gut oder gar nicht erkennbar sind (Aufderheide, 2003). Grabbeigaben aus Metall oder Stein stören die Aufnahmen, da sie zu Artefakten führen.

Ein weiterer Nachteil ist, dass die Mumie zum Röntgen gebracht werden muss, außer es wird ein transportables Röntgengerät verwendet. Das Transportproblem ergibt sich jedoch auch bei anderen Untersuchungsmethoden, wie bei der Computertomographie.

Die ersten Röntgenbilder von Mumien, genauer gesagt einer ägyptischen Katzenmumie und von den Kniegelenken einer menschlichen ägyptischen Mumie, wurden von Koenig bereits 1896 angefertigt (Chhem, Brothwell, 2008). Ein paar Monate später, im Jahr 1896 publizierte Van Heurck das Röntgen eines mumifizierten Ibis, kurz darauf im Jahr 1897 publizierte Petrie eine Studie der Extremitäten von Mumien (Van Tiggelen, 2004). Der ägyptische Radiologe Dr. Khayat führte 1903 die erste Studie mit Hilfe des Einsatzes von Röntgenbildern an der Mumie von Thutmoses IV durch. Weitere Studien folgten, wie etwa im Jahr 1932 von Dr. Derry an der Mumie von Amenhotep I. Bei dieser Studie wurden die Röntgenbilder zur Sterbealtersdatierung verwendet. Mit der Einladung des Ägyptischen Museums in Kairo an das Team von Dr. James E. Harris folgte im Jahr 1967 eine groß angelegte Studie über die dort vorhandene Sammlung an königlichen Mumien

(Harris, Weeks, 1973; Harris, Wente, 1980). Im Jahr 1968 wurde einem Team unter der Leitung von R.G. Harrison gestattet, die Mumie des Tutanchamun radiologisch zu untersuchen. Die Mumie von Ramses II des Museum in Kairo wurde 1976 dort das erste Mal radiologisch untersucht. Im Museum in Kairo wurde die Mumie von Ramses II von Schimmelpilzen befallen. Das Musée de l'Homme in Paris ließ die Mumie von Ramses II zur Restauration nach Paris bringen (Germer, 1991). Dort wurden von einem französischen Forscherteam noch einmal Röntgenbilder angefertigt (Chhem, Brothwell, 2008).

3.2. COMPUTERTOMOGRAPHIE IN DER MUMIENFORSCHUNG

Mit der Computertomographie war eine Methode gefunden, die auf Grund ihrer vielseitigen Eigenschaften eine bessere, nicht invasive Untersuchung der Mumien zulässt. Große Vorteile gegenüber gewöhnlichem Röntgen bestehen darin, dass hier eine dreidimensionale Rekonstruktion der Mumie möglich ist und Materialien mehr oder weniger weggerechnet werden und somit Mumien virtuell entkleidet werden können.

Im Jahr 1972 wurde die Schädelcomputertomographie als Untersuchungsmethode eingeführt, drei Jahre darauf die Ganzkörpercomputertomographie. Im Jahr 1976 wurde die erste Computertomographie an mumifizierten Funden durchgeführt. Es wurde das mumifizierte Gehirn von Nakht, einem 14 Jahre alten Weber, aus der Sammlung des Royal Ontario Museum gesannt (Chhem, Brothwell, 2008). Die meisten Studien, die an Mumien durchgeführt wurden, hatten einen paläopathologischen Hintergrund. So war die multidisziplinäre Studie über die Mumie „Nakht“ des Royal Ontario Museum (ROM) in Toronto, die im Jahr 1977 veröffentlicht wurde, eine Neuerung. Über die Mumie selbst konnten einige Studien in unterschiedlichen wissenschaftlichen Bereichen veröffentlicht werden. Diese Veröffentlichung könnte der Grund dafür gewesen sein, dass in den 1970er Jahren gehäuft Studien über Mumien publiziert wurden (Zweifel et al., 2009). Mit Hilfe von nicht-invasiven Untersuchungsmethoden konnten neue Forschungswege eingeschlagen werden.

Im Jahr 1977 wurde die erste Ganzkörpercomputertomographie an einer ägyptischen Mumie durchgeführt: Die Mumie Djedmaatesanch wurde samt ihrem versiegelten Sarg im Kinderkrankenhaus in Toronto von Dr. Harwood-Nash untersucht (David, Archbold, 2001).

Bei der Computertomographie wird im Gegensatz zum Röntgengerät nur ein dünner Röntgenstrahl durch das Untersuchungsobjekt geschickt, wobei die Strahlenquelle um das Untersuchungsobjekt rotiert und das Untersuchungsobjekt auf einem Tisch nach vorne geschoben wird. Detektoren können die durchtretende Strahlung und die Strahlenabschwächung erfassen und somit können Schnittbilder des Körpers aufgezeichnet werden.

Ein Schnittbild selbst besteht aus einer Anzahl an Bildelementen, den sogenannten Pixel. Die Schichtdicke des Bildes bringt aber eine weitere Ebene mit ein. So wird ein Pixel bei einer Computertomographieaufnahme dreidimensional. Dieses Volumenelement wird Voxel genannt. Das Volumen des Voxel wird also bestimmt durch die Kantenlängen des Bildelementes sowie durch die Schichtdicke (Grillenberger, Fritsch, 2007).

Einem Voxel wird ein bestimmter Grauwert zugeteilt. Der Grauwert ist abhängig von der Gewebsdichte. Treffen innerhalb eines Voxels zwei unterschiedliche Gewebe mit verschiedenen Dichtewerten aufeinander, wird diesem Voxel der Durchschnittsgrauwert beider Gewebe zugeteilt. Die Grauwerte werden in Hounsfield Units (HU) angegeben. Die Hounsfield-Skala ist eine Messskala für die Messung der Dichte der untersuchten Strukturen und besteht aus einem positiven und negativen Bereich (Grillenberger, Fritsch, 2007). Die Dichte von Wasser repräsentiert den Nullpunkt der Hounsfield-Skala. Je höher der Wert in Hounsfield Units ist, desto dichter ist das Gewebe. Knochen liegt also weit im positiven Bereich der Skala, Luft dagegen weit im negativen Bereich.

Je nach untersuchtem Gewebe wird ein bestimmter Bereich an Hounsfield Units benötigt, um die Strukturen gut differenzieren zu können. Je höher der Wert einer Dichte in Hounsfield Units angegeben ist, desto heller wird die Struktur dargestellt, je niedriger der Wert, desto dunkler. Liegt die Dichte einer Struktur über diesem Bereich der Hounsfield-Skala, so können die Grauwerte nicht mehr unterschieden werden und die Struktur wird weiß

dargestellt. Liegt die Dichte der Struktur darunter, wird sie schwarz dargestellt (Grillenberger, Fritsch, 2007).

Durch das Austrocknen des Körpers können die Dichtewerte der Weichteile aber nicht mehr mit denen von Lebenden verglichen werden. Organe können zum Beispiel röntgendichter erscheinen, da das Parenchym durch das Austrocknen schrumpft und kompakter wird, Knochen hingegen können an Dichte verlieren, da die Matrix zwischen den Trabekeln durch Luft ersetzt wird (Rühli et al., 2004).

Allgemein ist zu sagen, dass die Computertomographie große Vorteile gegenüber Röntgenbildern bietet: Die Kontrastauflösung ist in der Computertomographie viel besser. Strukturen mit Dichtewerten, die im Röntgenbild keine großen Unterschiede zeigen, können im Computertomographiebild viel besser voneinander unterschieden werden (Grillenberger, Fritsch, 2007). Für die digitale Bearbeitung der Bilder gibt es verschiedene Techniken. Sowohl die Helligkeit als auch der Kontrast können verändert werden, um Strukturen hervorzuheben oder verschwinden zu lassen. Um Strukturen grundsätzlich besser zu erkennen, kann im Programm auch ein Zoom verwendet werden: Es können Teile des Bildes also vergrößert werden, was jedoch je nach Bildauflösung limitiert sein kann.

Mit den Messfunktionen im Bearbeitungsprogramm können Distanzen und Winkel gemessen werden. Distanzmessungen werden zum Beispiel zur Messung der Basis ossis sacri sowie des Caput femoris verwendet, da sie wichtige Anhaltspunkte für die Geschlechtsbestimmung sind. Diese Messungen können auch im digitalisierten Röntgenbild durchgeführt werden, um vor allem Knochenlängen zu bestimmen. Die Messung von Winkeln kann zum Beispiel bei der Messung des Angulus pubis verwendet werden, welcher neben anderen Merkmalen ebenfalls zur Geschlechtsbestimmung der Mumie dient. Mit Hilfe von bestimmter Computersoftware können die Schnittbilder zusammengefasst werden, um sie zu einem dreidimensionalen Bild zusammen zu fügen. Das nun dreidimensionale Objekt kann durch das Rotieren am Bildschirm aus jeder Perspektive betrachtet werden (Hoffmann et al., 2002). Außerdem gibt es noch die Möglichkeit, die Bilder der Compu-

tertomographie für eine virtuelle Endoskopie der Mumie zu nutzen (Jankowski, Bollinger, Thali, 2008).

Es können somit nicht nur dreidimensionale Bilder erstellt werden, sondern auch zum Beispiel die Oberfläche des Schädels rekonstruiert werden. Mit weiteren Computerprogrammen können auch Gesichtsrekonstruktionen erstellt werden (David, Archbold, 2001). In Abbildung 3 wird diese dreidimensionale Rekonstruktion mit Hilfe von Computertomographieaufnahmen und die Gesichtsrekonstruktion am Beispiel von Tutanchamun dargestellt (aus Janot, 2008). Zum Vergleich wurden die Totenmaske und ein Bild der Mumie des Tutanchamun angeführt (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5).

Abbildung 3: Dreidimensionale Rekonstruktion des Schädels von Tutanchamun und Gesichtsrekonstruktion (Janot, 2008)

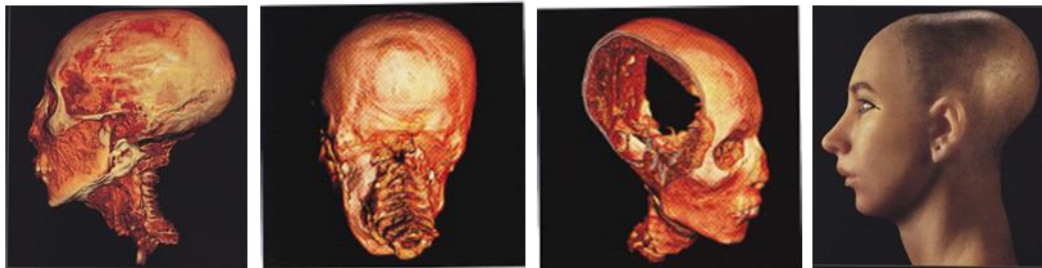


Abbildung 4: Totenmaske des Tutanchamun (David, Archbold, 2001)



Abbildung 5: Mumie des Tutanchamun (David, Archbold, 2001)



Die Computertomographie kann grundsätzlich dazu verwendet werden, um Informationen über die Mumifizierungspraktiken einzuholen. Diese können bei einer zeitlichen Einordnung der verstorbenen Person helfen, da sich die Mumifizierungstechniken über die Zeit hinweg verändert haben. Es können auch Informationen im Sinne einer Identifikation der mumifizierten Person selbst eingeholt werden, wie eben das Sterbealter und das Geschlecht. Krankheiten oder pathologische Veränderungen am Knochen können auf bestimmte Lebensumstände und somit auf den sozialen Status der Person und eventuell auch auf eine Berufsgruppe hinweisen.

Ein weiterer großer Vorteil der Computertomographie ist, dass sich auf Grund der Schnittbilder nicht das Problem wie bei Röntgenbildern ergibt, dass sich Strukturen überlagern (Aufderheide, 2003).

Grabbeigaben aus Metall oder Stein können die Aufnahmen auch hier stören und zu Artefakten in der Aufnahme führen. Es besteht aber bereits die Möglichkeit, eine Software zu verwenden, die Störungen auf Grund von Metallobjekten korrigiert (Rühli et al., 2004).

Die Särge der Mumien müssen auch durch die so genannte Gantry-Öffnung des Computertomographen passen. Ein weiteres Problem kann sich auf Grund des Gewichtes des Sarges ergeben, da der Untersuchungstisch nur eine gewisse Belastungskapazität aufweist. Falls ein Computertomograph, wie er üblicherweise in einem Krankenhaus verwendet wird, nicht ausreicht, da der Sarg zu groß und zu schwer ist, muss auf andere Einrichtungen ausgewichen werden wie etwa Tierkliniken, die Computertomographen verwenden, welche auch für das Scannen von großen Tieren gebaut sind.

Da die Aufnahmen lange dauern, müssen die Untersuchungen der Mumien außerhalb der üblichen Untersuchungszeiten der Krankenhausroutine im Spital aufgenommen werden.

Es gibt verschiedenste Möglichkeiten in der physiologischen Anthropologie, um das Sterbealter und das Geschlecht an Skelettfunden oder Einzelknochen zu bestimmen. Die Schwierigkeit liegt darin, diese Schemata auch an Computertomographieaufnahmen und Röntgenbildern verwenden zu können. An Skeletten und am Knochen selbst sind die bestimmten und erforderlichen Merkmale leichter zu erkennen.

Für die Bestimmung anthropologischer Grundparameter wie Körperhöhe, Sterbealter und Geschlecht ist es ausreichend, sich nicht invasiver Methoden wie Röntgen oder Computertomographie zu bedienen. Da die rein morphologischen Untersuchungen an den radiologischen Aufnahmen durchgeführt werden können, bleiben die kostbaren und einzigartigen Mumien, die mit ihren Särgen in Museen ausgestellt werden, unversehrt. Durch die Beschränkung auf nichtinvasive Methoden werden die Mumien nicht zerstört und bleiben für nachfolgende Generationen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern erhalten.

Auch wenn auf dem Sarg Informationen über die Verstorbene oder den Verstorbenen geschrieben stehen, kann man nicht sogleich darauf schließen, dass auch diese Person im Sarg liegt (Braunstein et al., 1988). Der Name würde zwar auf das Geschlecht schließen und sich eventuell durch Geschichtsschreibung auch in einen Zeitraum einordnen lassen. Es wurden aber auch schon oft Mumien gefunden, bei welchen die Angaben wie beispielsweise das Geschlecht nicht mit der Mumie selbst übereinstimmten.

4. ZIEL DER ARBEIT

In der vorliegenden Arbeit sollen Möglichkeiten der Geschlechtsbestimmung und Sterbealtersbestimmung, welche normalerweise für Skelette vorgesehen sind, an Röntgenbildern und Computertomographieaufnahmen von Mumien aus dem Kunsthistorischen Museum Wien ausgeführt werden.

Als Schwerpunkt werden Methoden für die Körperhöhenschätzung, welche Korrelationen zwischen Körperhöhe zur Länge unterschiedlicher Röhrenknochen nutzen, überprüft und danach angewendet.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu zeigen, ob und wie klassische anthropologische Methoden an digitalen radiologischen Bildern von Mumien angewendet werden können. Neben den Methoden zur Sterbealters- und Geschlechtsbestimmung, werden unterschiedliche Formeln gezeigt und verglichen, die für die Körperhöhenschätzung verwendet werden können.

5. MATERIAL UND METHODEN

5.1. DIE STICHPROBE

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten radiologischen Bilder wurden im Rahmen des vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) durchgeführten Wiener Mumienforschungsprojektes angefertigt. In den Jahren 1996 bis 1999 wurden altägyptische Mumien aus dem Kunsthistorischen Museum Wien im Donauespital Wien mit Hilfe von digitalem Röntgen und Computertomographie untersucht. Die meisten dieser Mumien stammen aus der Spätdynastischen und Ptolemäischen Zeit.

Es wurden Röntgenbilder des gesamten Körpers angefertigt. Zusätzlich wurden auf Grund dieser Röntgenbilder die von den Beigaben interessantesten Körperregionen und bei allen Mumien der Schädel, das Becken und das Fußskelett in computertomographischen Aufnahmen dargestellt. Die Computertomographien wurden sequentiell und in Spiraltechnik mit einem Siemens Somatom Plus und Siemens Somatom Plus 4 durchgeführt.

Die radiologischen Aufnahmen wurden digital gespeichert und konnten so für die vorliegende Arbeit wieder abgerufen werden, um die Geschlechts- und Sterbealtersbestimmung durchzuführen sowie die Knochenlängen für die Körperhöhenschätzung zu erheben.

Es wurden die radiologischen Bilder von insgesamt 28 Särgen untersucht. Es stellte sich heraus, dass es sich dabei um 19 Erwachsene, acht Kinder und mindestens zwei zusammen in einem Sarg bestatteten Kinder handelt.

Mehrere Mumien wurden im Rahmen einer Ausstellung des Kunsthistorischen Museums Wien (7. August bis 4. Oktober 1998) von Haslauer und Großschmidt (1998) bereits näher beschrieben. Um einen Eindruck darüber geben zu können, um welche Mumien es sich in dieser Arbeit handelt, werden nachstehend kurz vier der Mumien beschrieben, wie sie von Haslauer und Großschmidt (1998) angegeben wurden.

Eine der Mumien lag in einer Kartonagehülle mit einem inneren und äußeren Sarg in mumienform. Es handelte sich hierbei um Neschons, die Tochter des Amenhotep. Datiert wurde ihr Sarg auf das 8. Jahrhundert vor unserer Zeit. Was auf dem Röntgen im Bereich des Beckens sowie zwischen ihren Knien als Schatten erkennbar war, stellte sich bei der Computertomographie als zwei Neugeborene heraus.

Eine weitere Mumie lag ebenfalls in einer Kartonagehülle in Mumienform. Bei der auf Beginn des 8. Jahrhunderts vor unserer Zeit (22. Dynastie) datierten Mumie handelte es sich Padiset, den Türhüter des Amuntempels und Sohn des Merchons.

Pedeese, eine weitere Mumie, war der Vorlesepriester vom Sitz der Wahrheit und Sohn des Irtru. Er lag in einem jeweils mumienförmigen Innen- und Außensarg, welche auf etwa 750 vor unserer Zeit datiert wurden.

Tamit, eine Sängerin des Amuntempels und Tochter des Nachtefnut, wurde in einer Kartonagehülle mit vergoldetem Gesicht aufbewahrt. Ihr Sarg wurde auf Anfang 8. Jahrhundert vor unserer Zeit (22. Dynastie) datiert.

5.2. STERBEALTERSBESTIMMUNG

Es ist prinzipiell schwierig, das Sterbealter einer Person zu bestimmen, wenn die Population vor mehr als 2000 Jahren gelebt hat, vor allem wenn die Schemata zur Sterbealtersbestimmung am Skelett alle aus heutiger Zeit stammen. In der Regel werden die Schemata von Ferembach et al. (1979) und Knußmann (1988) verwendet.

Harris und Wente (1980) nehmen an, dass es keinen Grund gibt, zu glauben, dass der heutige Standard nicht grundsätzlich auf jedes andere Knochen-Sample von Homo sapiens angewendet werden kann. Es wird also angenommen, dass der Körper der Menschen vor 4000 Jahren genau die selbe Entwicklung in genau der selben konstanten Abfolge wie heute durchmachte. Auf Grund der Entwicklungsbeschleunigung sollte man aber damit rechnen, dass die Skelettentwicklung in einem späteren Alter abgeschlossen war als heute. Natürlich dürfen hierbei Umwelteinflüsse wie Ernährung, Gesundheit sowie hormonelle Balance und ähnliches nicht außer

Acht gelassen werden. Das würde also bedeuten, dass die Ägypter vor etwa 3000 Jahren genau so alterten und dieselben Veränderungen im Wachstum erfahren haben wie heute lebende Menschen.

Die Schemata für die Sterbealtersbestimmung, die sich auf Zahnentwicklung sowie Skelettentwicklung stützen, sollten also auch für die ägyptischen Mumien gelten. Das Problem der säkularen Akzeleration sollte aber beachtet werden. Da sich die Entwicklung eines Menschen bis zum heutigen Tag auf Grund von besseren Umweltbedingungen, besserer Ernährung, medizinischer Versorgung, und anderer zivilisatorischer Einflüsse beschleunigt hat, kann angenommen werden, dass die Skelettreife vor 3000 Jahren erst später erreicht wurde, als die Schemata angeben.

Das Zahnschema sollte genauso wie alle anderen Schemata, welche eine Entwicklung des Skeletts einem bestimmten Alter zuschreiben, überdacht und adaptiert werden.

Bei adulten Mumien sollte laut Harris und Wente (1980) das Sterbealter nur in fünf- oder zehn-Jahresschritten geschätzt werden. Das Sterbealter eines Individuums kann zuerst grob in einen Altersabschnitt eingeteilt werden. Diese Einteilung der Altersabschnitte nach Knußmann (1988) ist aus Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2: Altersabschnitte (nach Knußmann, 1988)

Altersabschnitt	Alter
Infans I	bis zum 7. Lebensjahr
Infans II	bis zum 14. Lebensjahr
Juvenil	bis zum 20. Lebensjahr
Adult	bis zum 40. Lebensjahr
Matur	bis zum 60. Lebensjahr
Senil	Ab dem 60. Lebensjahr

Nachstehend werden Merkmale für die Sterbealtersbestimmung am Schädel, an den Zähnen und am postcranialen Skelett angeführt.

STERBEALTERSBESTIMMUNG AM SCHÄDEL

Am adulten Schädel kann eine Sterbealtersbestimmung mit Hilfe der Obliterationszustände der Schädelnähte (Sutura coronalis, Sutura sagittalis, Sutura lambdoidea) unternommen werden, wie etwa nach dem Schema nach Olivier (1960; in Knußmann, 1988; siehe Abbildung 6) oder nach Rösing (1977; in Knußmann, 1988; siehe Abbildung 7).

Laut Harris und Wente (1980) schließen sich die Nähte in folgender Reihenfolge: Die Sutura sagittalis beginnt sich mit etwa 22 Jahren, die Sutura coronalis mit 24 Jahren und die Sutura lambdoidea mit 26 Jahren zu schließen. In der selben Reihenfolge verknöchern die Suturen ungefähr im Alter von 35, 42 und 47 Jahren.

Abbildung 6: Ektokranieler Schädelnahtverschluss (Olivier, 1960; in Knußmann, 1988)

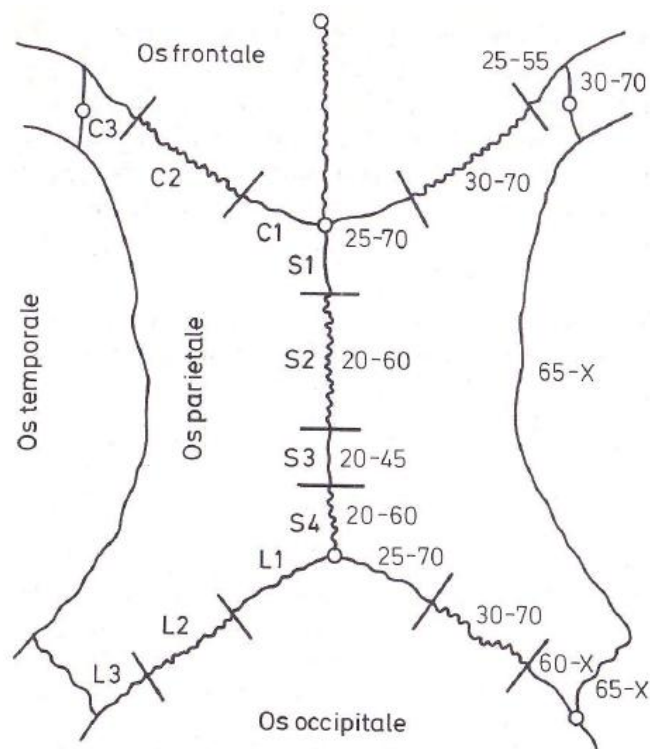
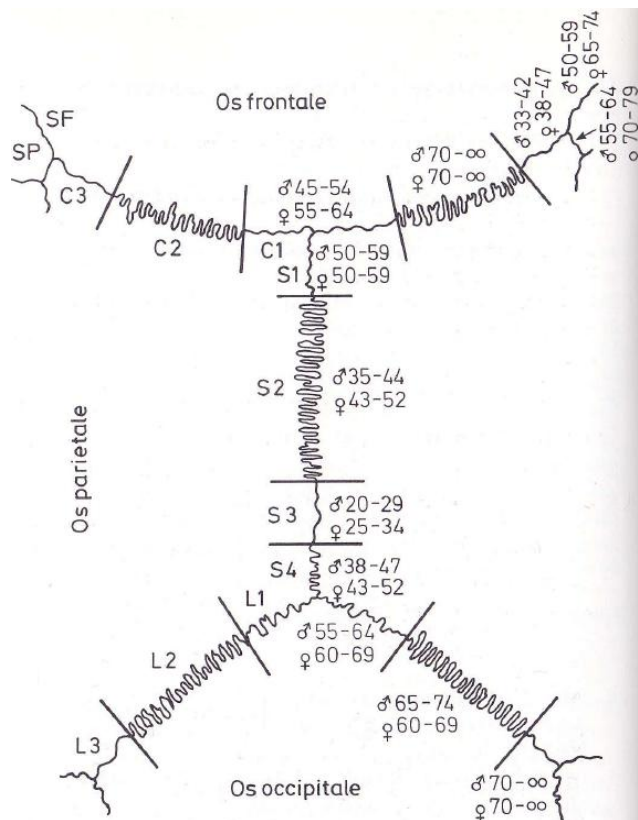


Abbildung 7: Ekto- und endokranel Schädelnahtverschluss (Rösing, 1977; in Knußmann, 1988)



Das Sterbealter mit Hilfe der Obliterationszustände der Schädelnähte zu bestimmen, ist aber sehr ungenau. Mit dieser Methode sollte aber, wenn die Suturen in der radiologischen Aufnahme gut zu erkennen sind, eine Einteilung in Altersabschnitte möglich sein (siehe Tabelle 2).

Die Schädelknochen bestehen aus einer Lamina interna und einer Lamina externa. Zwischen diesem kompakten Knochenmaterial befindet sich die so genannte Diploe, der spongiöse Knochenanteil. Mit zunehmendem Alter verdünnt der Schädelknochen. Die Dicke des Schädelknochens beziehungsweise eine Verminderung der Knochendicke kann als Anhaltspunkt für das Sterbealter der Person herangezogen werden.

Bei einem Kinderskelett können Strukturen am Schädel, wie die Fontanelle, die Sutura frontalis oder auch die Mandibula herangezogen werden, da diese ebenfalls in einem bestimmten Altersbereich verknöchern. Bis zum

dritten postnatalen Monat verknöchern Fonticulus posterior (die hintere Fontanelle) sowie die Fonticuli sphenoidales (die vorderen Seitenfontaneln). Nach dem zwölften Lebensmonat verknöchern die Fonticuli mastoidei (die hinteren Seitenfontaneln) sowie die Symphysis mandibulae zwischen den beiden Unterkieferhälften. Die Sutura frontalis und der Fonticulus anterior verknöchern in den ersten 24 Lebensmonaten (Knußmann, 1988). Es kann aber auch sein, dass die Sutura frontalis zeitlebens als Sutura metopica erhalten bleibt.

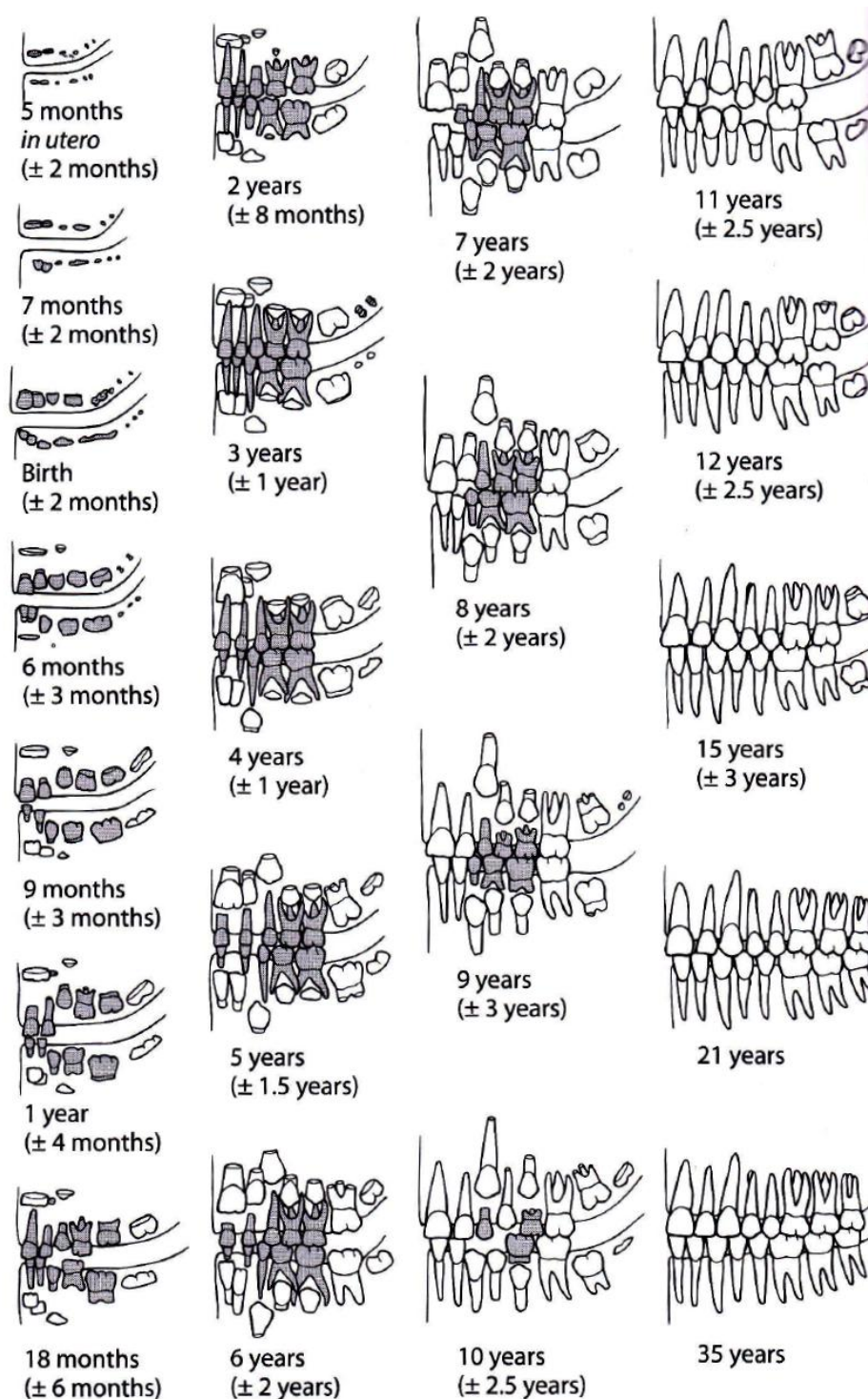
STERBEALTERSBESTIMMUNG AN DEN ZÄHNEN

Die Zähne sind bei Knochenfunden die am besten und häufigsten erhaltenen Skelettelemente eines Individuums. Da bei den Mumien das gesamte Skelett erhalten ist, können Kiefer und Zähne in den Röntgenbildern beziehungsweise in den Computertomographiebildern ausgewertet werden. An Hand von Entwicklungsstand beziehungsweise Abnutzungsgrad der Zähne kann zumindest an Skelettfunden selbst eine sehr präzise Aussage über das Sterbealter gemacht werden. Die im Folgenden vorgestellten Methoden zur Sterbealtersbestimmung sind für Skelettfunde erstellt worden. Sie sollten auch an Röntgenbildern und CT-Aufnahmen verwendet werden können. Mit Hilfe des Zahnentwicklungsschemas nach Ubelaker (1989; in Knußmann, 1988) kann das Sterbealter im Zeitraum vom fünften pränatalen Monat bis zu einem Alter von 35 Jahren bestimmt werden (siehe Abbildung 8). Es bildet sich zuerst die Zahnkrone, gefolgt vom Zahnhals und der Zahnwurzel.

Bei den Milchzähnen wird die Wurzel von den bereits nachkommenden Dauerzähnen abgetragen. Mit einem Alter von etwa 21 Jahren ist die Entwicklung der Zähne gewöhnlich abgeschlossen.

Nach dem Durchbruch der Dauerzähne beginnt vor allem auf Grund ihrer Verwendung als Kauapparat ihre Abnutzung. Somit kann an Hand des Abnutzungsgrades eine Aussage über das Sterbealter gemacht werden.

Abbildung 8: Zahnentwicklungsschema (Ubelaker, 1989; in Knußmann, 1988)



Mit dem Zahnabrationsschema nach Miles (1963; in Knußmann, 1988) kann auf Grund des Abschleißgrades der Molaren eine Aussage über das Alter des Individuums gemacht werden (siehe Abbildung 9).

Abbildung 9: Zahnabrasionsschema der Molaren (Miles, 1963; in Knußmann, 1988)

Altersklasse	17-25			25-35			35-45			über 45		
Molar	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Abschliff- muster			Zahnbein noch nicht bloßgelegt oder Zahnschmelz leicht abgeschliffen							Jeder höhere Grad der Abnutzung als in den vorangegangenen Spalten In späteren Stadien treten oft ungleiche Abnutzungserscheinungen auf		

(1)	(2)	(2+)	(3)	(3+)	(4)	(4+)	(5)	(5+)	(5++)	(6)	(7)
keine Abnutzung	leichter Abschliff									bis zum Zahnhals	nur mehr Wurzeln

Wenn die Zähne zur Sterbealtersbestimmung herangezogen werden, muss man beachten, dass vor allem die Abrasion der Zähne durch bestimmte Faktoren beeinflusst werden kann.

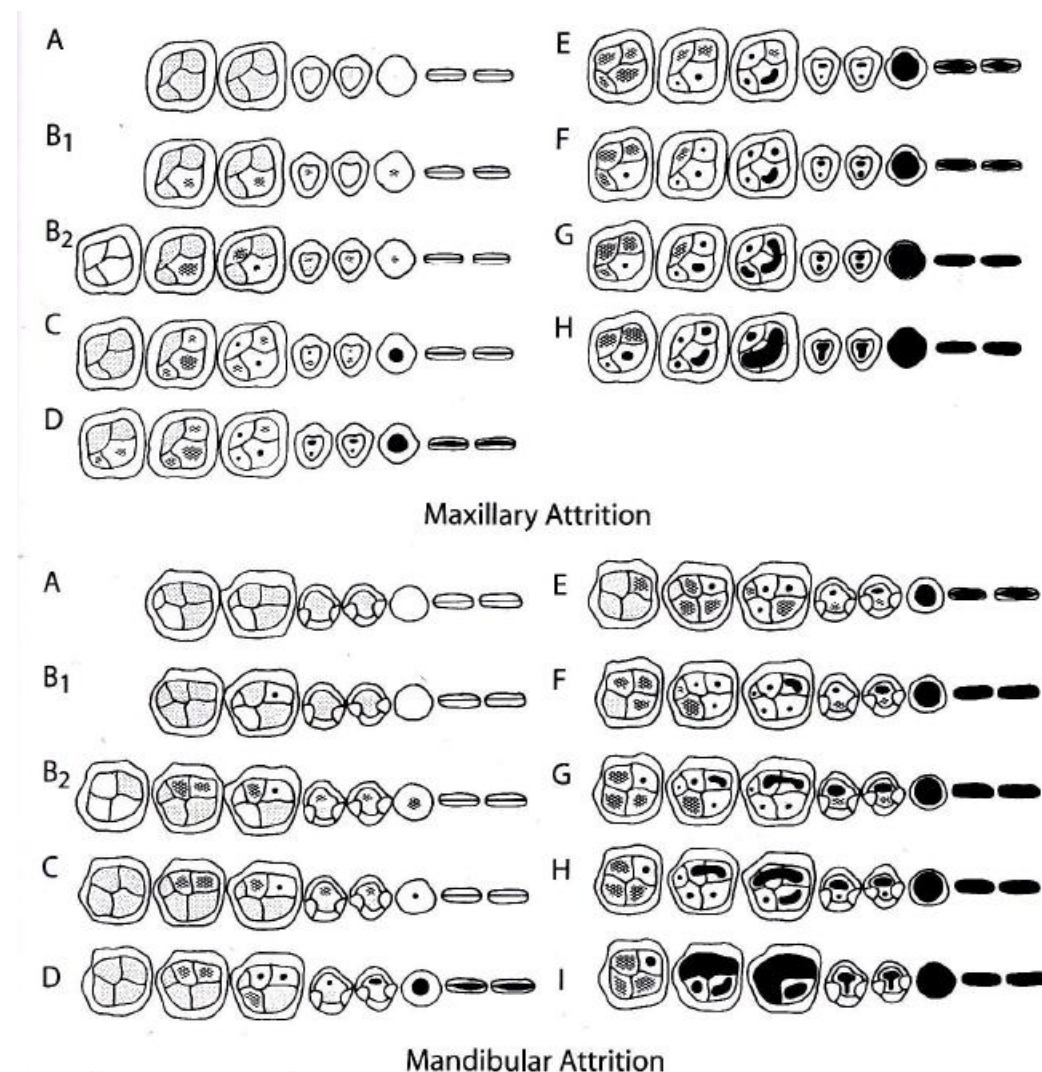
Es muss darauf geachtet werden, ob die Zähne die Kauebene erreicht haben oder ob es sich bei manchen Zähnen um Fehlstellungen handelt, die den Abnutzungsgrad beeinflussen könnten. In diesem Fall dürfen diese Zähne natürlich nicht in die Beobachtungen mit einbezogen werden, da die Zähne unregelmäßiger oder schwächer abgenutzt sind.

Ein weiteres Zahnabrasionsschema stammt von Lovejoy (1985; in White, Folkens, 2005). Im Unterschied zu dem Schema von Miles (1963; in Knußmann, 1988) werden hier die Abnutzungsgrade der Zähne für Mandibel und Maxilla getrennt aufgezeigt und nicht nur die Molaren sondern alle Zähne in das Schema mit einbezogen (siehe Abbildung 10).

Im Falle der altägyptischen Mumien war Karies sehr selten, dafür erscheinen die Zähne der Mumien generell viel stärker abgenutzt. Der Grund dafür ist laut Gerloni et al. (2009), dass das Brot im Freien geknetet wurde, wodurch Sand in den Teig gelangen konnte. Viel mehr Einfluss hatten aber wahrscheinlich der Sand und Steinabrieb, die durch das Mahlen des Getreie-

des ins Brotmehl gelangten (Germer, 1991). Durch die harten Sandkörner im Brot wurden die Zähne noch mehr beansprucht und abgerieben.

Abbildung 10: Zahnabrasionsschema (Lovejoy, 1985; in White, Folkens, 2005)



Es stellt sich die Frage, in wie weit die Zähne stärker abgenutzt wurden als bei anderen Populationen und ob man beispielsweise das Zahnabrasionsschema nach Miles (1963; in Knußmann, 1988) überhaupt so übernehmen kann, oder ob man das Schema an die Umstände adaptieren sollte. Auch Harris und Wente (1980) schreiben, dass die Sterbealtersbestimmung an

Hand der Zahnabration mit Unsicherheit behaftet ist, da die Abnutzung eine Folge der Ernährung sein kann, vor allem bei Umweltbedingungen wie in Ägypten. Zum einen kann aber das Sterbealter mit Hilfe eines Zahnabrationsschemas nur in grobe Altersabschnitte eingeteilt werden, somit ist eine genaue Sterbealtersbestimmung ohnehin nicht möglich. Zum anderen kann das Sterbealter nicht nur mit Hilfe der Zahnabration bestimmt werden, sondern wird an Hand vieler verschiedener Faktoren bestimmt. Fällt das Ergebnis der Sterbealtersbestimmung mit Hilfe des Zahnabrationsschemas aus dem Rahmen, kann nach einem Grund dafür gesucht werden wie zum Beispiel bestimmte Ernährungsgewohnheiten.

An radiologischen Bildern des Kiefers können die Entwicklung der Zahnwurzeln, der Zahnkronen und der nachkommenden Zähne sehr gut beurteilt werden. Falls schon alle Zähne entwickelt und auch bereits die dritten Molaren durchgebrochen sind, sollte natürlich die Abnutzung der Zähne, vor allem die der Molaren, zur Sterbealtersbestimmung genutzt werden. Dies gilt aber nur, sofern sie nicht erblich bedingt gar nicht ausgebildet sind oder nicht durchbrechen und im Kiefer verbleiben, wie es bei den dritten Molaren der Fall sein kann.

Zahnverlust wird in der Regel als Alterserscheinung angesehen: Je mehr Zähne ausgefallen sind, desto älter ist das Individuum demnach. Ein Fehlen der Zähne kann somit aber nicht zur genauen Sterbealtersbestimmung sondern nur als Hinweis für eine Altersstufe herangezogen werden.

Es muss aber zwischen intravitalem und postmortalem Zahnverlust unterschieden werden. Fällt ein Zahn intra vitam aus, wird die Alveole resorbiert. Je länger die Zähne ausgefallen sind, umso weniger Kieferknochen ist an dieser Stelle vorhanden. Bei Personen, die in einem sehr hohen Alter verstorben sind, kann es auch vorkommen, dass im Fall der Mandibel auf Grund des Zahnverlustes der Kieferknochen atrophiert und nur mehr eine so genannte Greisenspange vorhanden ist. Harris und Wente (1980) nehmen an, dass man das Sterbealter auf Grund des Zahnverlustes grundsätzlich auf ein Alter von über 30 Jahren schätzt, bei weiter fortgeschrittenem Zahnverlust und Atrophie des Kieferknochens ein höheres Alter.

STERBEALTERSBESTIMMUNG AM POSTCRANIALEN SKELETT

Bei einem subadulten Individuum kann das Sterbealter neben der Zahnentwicklung auch auf Grund von Ossifikationsmerkmalen am Skelett geschätzt werden. Die Epiphysenfugen sind spätestens ab einem Alter von 25 Jahren vollständig geschlossen, womit das Knochenlängenwachstum abgeschlossen ist (Knußmann, 1988).

Ein Schema von Brothwell (1981) zeigt, in welchen Altersbereichen sich die Epiphysenfugen schließen (Abbildung 11). Der Bereich, in welchem das Alter bestimmt werden kann, liegt hier zwischen 14 und 25 Jahren.

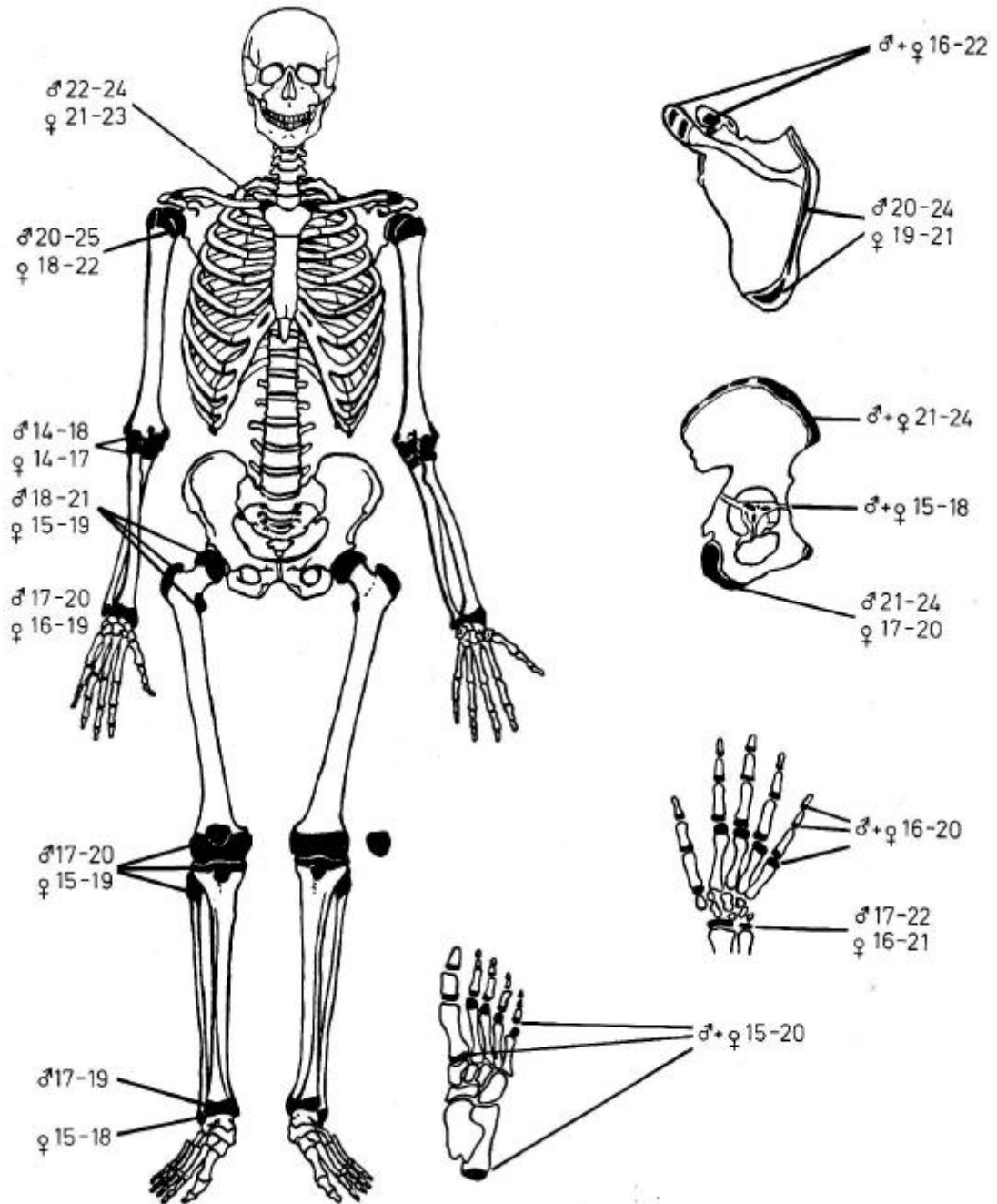
Ab einem Alter von Mitte 20 wird die Sterbealtersbestimmung viel ungenauer. Da das Knochenwachstum als Kriterium wegfällt, müssen andere Merkmale zur Sterbealtersbestimmung gefunden werden.

Laut Harris und Wente (1980) können ab einem Alter von etwas über 40 Jahren bereits Veränderungen an den Gelenken nachgewiesen werden. Die Knochen weisen Konturänderungen und Wucherungen auf, die an den Rändern der Gelenksflächen vorkommen: Osteophyten beziehungsweise Spornbildung sind in der Regel Hinweise auf ein Alter um 50 Jahre oder älter.

Bei degenerativen Veränderungen der Wirbelsäule und der Gelenke allgemein sollte aber auch, wenn möglich, auf den sozialen Status geachtet werden, da diese Veränderungen nicht nur als Alterserscheinungen sondern auch als Folgen einer mechanischen Überbeanspruchung auftreten können (Nerlich, Rohrbach, Zink, 2002).

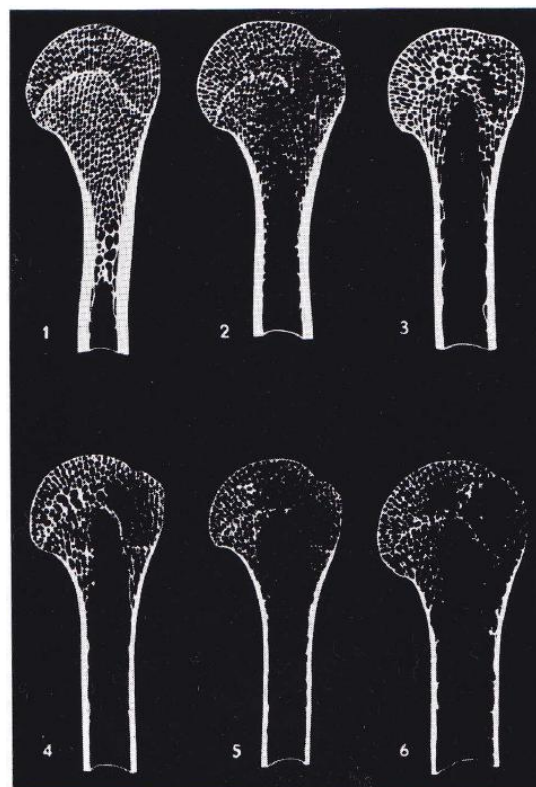
Die Struktur der Knochen ist vor allem an den Epiphysen der langen Röhrenknochen wie zum Beispiel bei Humerus und Femur an hohe Beanspruchung angepasst und wird auch ständig umgebaut. So weisen die Epiphysen unter der dichten Corticalis eine Struktur aus Knochenbälkchen auf, die so genannte Spongiosa. Die Knochenbälkchen sind so ausgerichtet, dass sie den Druck auf den Knochen bestmöglich ableiten. Mit zunehmendem Alter wird die Corticalis dünner, der Markraum des Knochens erweitert sich und die Struktur der Spongiosa lockerer, wodurch es zur Bildung von Höhlen in der Struktur kommen kann (Szilvássy, Kritscher, 1990).

Abbildung 11: Epiphysenfugenschluss (Brothwell, 1981)



In Ferembach et al. (1979) wurden Schemata zur Beurteilung der Spongiosastruktur der proximalen Abschnitte von Humerus und Femur vorgestellt, die zur Bestimmung des Sterbealters herangezogen werden können (siehe Abbildung 12 und Abbildung 13).

Abbildung 12: Veränderungen der Spongiosastruktur des Humeruskopfes in sechs Stufen (Ferembach et al., 1979)

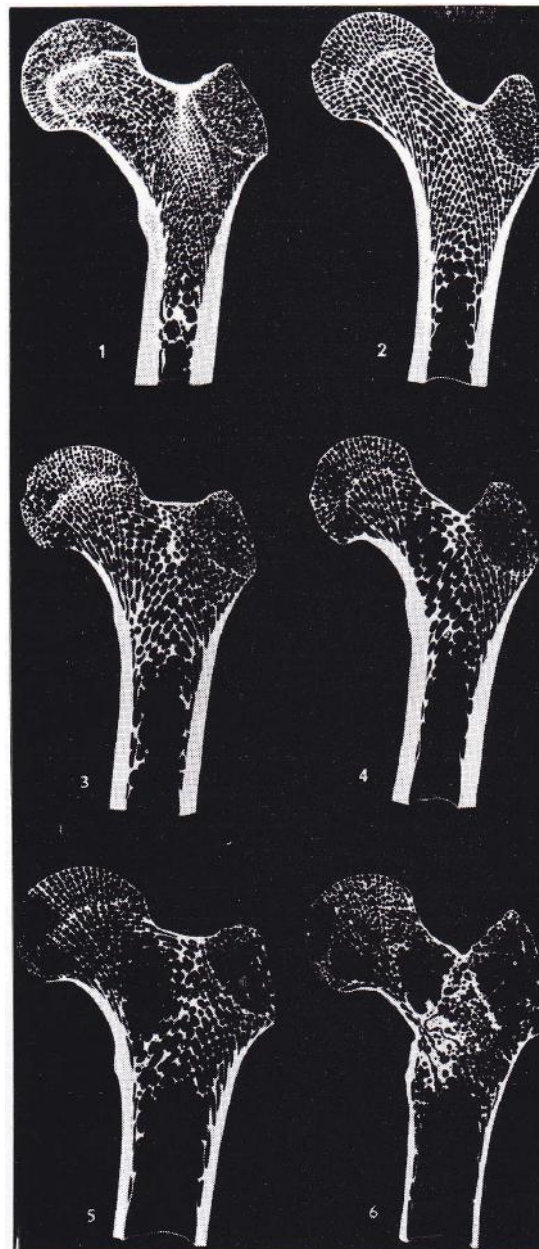


Wird das Sterbealter bei Knochenfunden morphologisch bestimmt, müssen native Schnittflächen der Knochen angefertigt werden, wobei der Knochen angesägt werden muss. Das ist aber auch nur bei gutem Erhaltungszustand der Funde möglich (Bucher, 2007).

Im Falle der ägyptischen Mumien müssen aber nicht invasive Methoden gewählt werden. Die Femur- und Humeruskopfarchitektur kann auch in Röntgen- und Computertomographieaufnahmen dargestellt werden, es sind

dafür aber sehr feine Röntgenbilder notwendig, um die Strukturen genau genug darstellen zu können. Da die Spongiosa zu fein strukturiert und die Auflösung der Computertomographieaufnahmen in diesem Fall nicht für die Beurteilung zur Altersbestimmung nicht gut genug ist, wurde in der vorliegenden Arbeit auf eine Altersbestimmung mit Hilfe dieser Methode verzichtet.

Abbildung 13: Veränderungen der Spongiosastruktur des Femurkopfes in sechs Stufen (Ferembach et al., 1979)



Merkmale, die grundsätzlich eine Einteilung in Lebensabschnitte zulassen, sind zum Beispiel, dass bei älteren Menschen degenerative Veränderungen an Gelenken und an der Wirbelsäule häufiger vorkommen. Wenn Anzeichen für solche Veränderungen vorhanden sind, kann man also annehmen, dass die Person bereits ein höheres Lebensalter erreicht hat.

An der Wirbelsäule beginnen solche Knochenanbauten im cranialen, mechanisch stark beanspruchten Anteil, wie am Übergang von Thorakal- zur Lumbalwirbelsäule und dem caudalen Anteil der Lumbalwirbelsäule. An der Wirbelsäule sind in den meisten Fällen aber auch noch andere altersbedingte Veränderungen bemerkbar.

Mit zunehmendem Alter beginnt eine Demineralisierung der Wirbelkörper, was zu einer Höhenreduktion führt. Auch die Zwischenwirbelräume schrumpfen auf Grund von Flüssigkeitsverlust (Rühli et al., 2004). Da die altägyptischen Mumien aber durch Austrocknung konserviert wurden, kann laut Harris und Wente (1980) nicht wirklich gesagt werden, ob die veränderten Intervertebrälräume einer altersbedingten Dehydrierung oder der Austrocknung im Zuge der Mumifikation zuzuschreiben sind.

ANWENDUNGSBEISPIELE

Um zeigen zu können, wie die Methoden zur Sterbealtersbestimmung an den Röntgenbildern der Mumien durchgeführt wurden, werden hier Röntgenaufnahmen als Beispiele aufgeführt.



Abbildung 14: Röntgenbild der distalen Femora sowie der proximalen Tibiae und Fibulae

Die Epiphysenfugen sind bei beiden Femora und Tibiae erkennbar (gelbe Pfeile).

Nach dem Schema von Brothwell (1981) schließen sich die Epiphysenfugen des distalen Femur und der proximalen Tibia bei einem Mann mit 17 bis 20 Jahren, bei einer Frau mit 15 bis 19 Jahren, folglich muss das Sterbealter darunter liegen.



Abbildung 15: Röntgenbild der Unterschenkel

Die Epiphysenfugen beider Tibiae sind erkennbar (gelbe Pfeile).

Nach dem Schema von Brothwell (1981) schließen sich die Epiphysenfugen der proximalen Tibia bei einem Mann mit 17 bis 20 Jahren, bei einer Frau mit 15 bis 19 Jahren und die der distalen Tibia bei einem Mann mit 17 bis 19 Jahren, bei einer Frau mit 15 bis 18 Jahren, das Sterbealter liegt also darunter.



Abbildung 16: Röntgenbild der distalen Femora sowie der proximalen Tibiae und Fibulae

Die Epiphysenfugen sind bereits verstrichen. Da sich nach dem Schema von Brothwell (1981) die Epiphysenfugen des distalen Femur und der proximalen Tibia bei einem Mann im Alter von 17 bis 20 Jahren, bei einer Frau im Alter von 15 bis 19 Jahren schließen, liegt das Sterbealter darüber.



Abbildung 17: Röntgenbild der distalen Femora sowie der proximalen Tibiae und Fibulae

Die Epiphysenfugen sind bereits verstrichen. Da sich nach dem Schema von Brothwell (1981) die Epiphysenfugen des distalen Femur und der proximalen Tibia bei einem Mann im Alter von 17 bis 20 Jahren, bei einer Frau im Alter von 15 bis 19 Jahren schließen, liegt das Sterbealter darüber.



Abbildung 18: Röntgenbild des Schädels sowie Teilen des Oberkörpers

Der Schädel liegt seitlich gedreht im Sarg, die dritten Molaren im linken Ober- und Unterkiefer sind noch nicht durchgebrochen, die Zahnkronen sind bereits erkennbar (grüne Pfeile). Nach dem Zahnentwicklungsschema von Ubelaker (1989) liegt das Sterbealter bei 15 Jahren (+/- 3 Jahren), sicher unter 21 Jahren. Die offene Epiphysenfuge des rechten Humeruskopf (oranjer Pfeil) ist gut zu sehen. Nach dem Schema von Brothwell schließt sich die Epiphysenfuge des proximalen Humerus bei einem Mann zwischen 20 und 25 Jahren, bei einer Frau zwischen 18 und 22 Jahren, das Sterbealter liegt also darunter.

5.3. GESCHLECHTSBESTIMMUNG

Ein erster Anhaltspunkt für eine Geschlechtsbestimmung am Skelett ist die Tatsache, dass das weibliche Skelett gracilere Knochen als das männliche besitzt. Da es aber selten genauso robuste weibliche Individuen wie gracile männliche Individuen gibt, kann eine Geschlechtsbestimmung so nicht immer einfach durchgeführt werden. Grundsätzlich ist es deshalb wichtig, den Sexualdimorphismus innerhalb einer Population zu kennen, um an Hand dieser Merkmale das Geschlecht eines Individuums bestimmen zu können. Auch regional bestehen große Unterschiede (White, Folkens, 2005).

Die Merkmale an den Schädelknochen sowie an den Beckenknochen sind am differenziertesten, daher werden diese bevorzugt herangezogen.

Die im Folgenden vorgestellten Schemata sind genauso wie die im voranstehenden Kapitel angeführten Methoden zur Sterbealtersbestimmung auf die Bestimmung von Skelettfunden ausgelegt. Sofern die entsprechenden Strukturen auf Röntgen- und CT-Aufnahmen erkennbar sind, sollten sie für Mumien genau so verwendet werden können.

GESCHLECHTSBESTIMMUNG AM SCHÄDEL

Besonders am Schädel wirkt sich der akzentuiertere Knochenbau männlicher Individuen, welcher der Wirkung von Sexualhormonen zugrunde liegt, auf bestimmte Merkmalsausprägungen aus, die zur Geschlechtsbestimmung herangezogen werden können.

Beim Gesichtsschädel eines männlichen Individuums sind der Arcus supraorbitalis und die Glabella stärker ausgeprägt. Die Inclinatio frontalis ist bei einem weiblichen Schädel steiler, bei einem männlichen Schädel eher fliehend. Der Margo supraorbitalis kann bei einem weiblichen Individuum scharf erscheinen, bei einem männlichen Individuum abgerundet. Auch andere knöcherne Strukturen des Schädels wie der Processus mastoideus, die Crista supramastoidea und das Relief des Planum nuchale am Os occipitale - hier vor allem die Protuberantia occipitalis externa - sind in den

meisten Fällen bei einem männlichen Individuum stärker ausgeprägt, genauso wie das Os zygomaticum und die Processus zygomatici.

Die Form der Orbitae kann auch unterschiedlich sein. Die Orbita eines weiblichen Schädels ist eher rund, bei einem männlichen Schädel eher eckig.

Genau so kann die Mandibel bei der Geschlechtsbestimmung helfen. Das Mentum ist bei einem männlichen Individuum viel mehr betont und kann sogar bilaterale Protuberantien aufweisen. Der Angulus mandibulae kann bei einem männlichen Individuum sehr rau sein und auch Vorsprünge aufweisen. Der Grund für die stärker ausgeprägten knöchernen Strukturen sind die Sehnen- und Muskelansatzstellen an diesen Knochen, die auf Grund der kräftigeren Kau- und Nackenmuskulatur des männlichen Individuums zustande kommen.

An Hand von Schemata aus White und Folkens (2005), die die Ausprägungsgrade dieser verschiedenen Merkmale des Schädels zeigen, kann eine Geschlechtsbestimmung vereinfacht werden (siehe Abbildung 19). Neben der Protuberantia occipitalis externa am Planum nuchale sind der Processus mastoideus, der Margo supraorbitalis, die Glabella sowie das Mentum dargestellt. Die Skizzen beschreiben von links nach rechts die femininen bis maskulinen Ausprägungsgrade der Schädelmerkmale.

Da diese Merkmale aber nicht immer zutreffend ausgeprägt sind, sondern das Geschlecht eher auf Grund des Zusammenspiels und des Ausprägungsgrades dieser Merkmale bestimmt werden kann, wurde von Ferembach et al. (1979) eine Liste erstellt, welche die Merkmale nach einem Punktesystem wertet. Je nach Ausprägungsgrad werden Punkte vergeben: Für eine hyperfeminine Merkmalsausprägung gilt der Wert -2, für feminine Ausprägung -1, 0 für indifferent, +1 für maskuline Ausprägung und +2 für hypermaskulin (Tabelle 3). Den Merkmalen wurden noch Werte von 1 bis 3 zugeordnet, die die Gewichtung ausdrücken. So wird der Wert, welcher der Ausprägung zugeordnet wurde, mit dem Wert der Gewichtung multipliziert. Die Summe aller Werte dividiert durch die Anzahl der Merkmale ergibt einen Wert zwischen -2 und +2, der eine Geschlechtsbestimmung möglich machen soll. Ein Ergebnis von -0,5 bis -2 spricht eher für ein weibliches Individuum, ein Ergebnis von +0,5 bis +2 für ein männliches.

Abbildung 19: Merkmale am Schädel zur Geschlechtsbestimmung (nach White, Folkens, 2005)

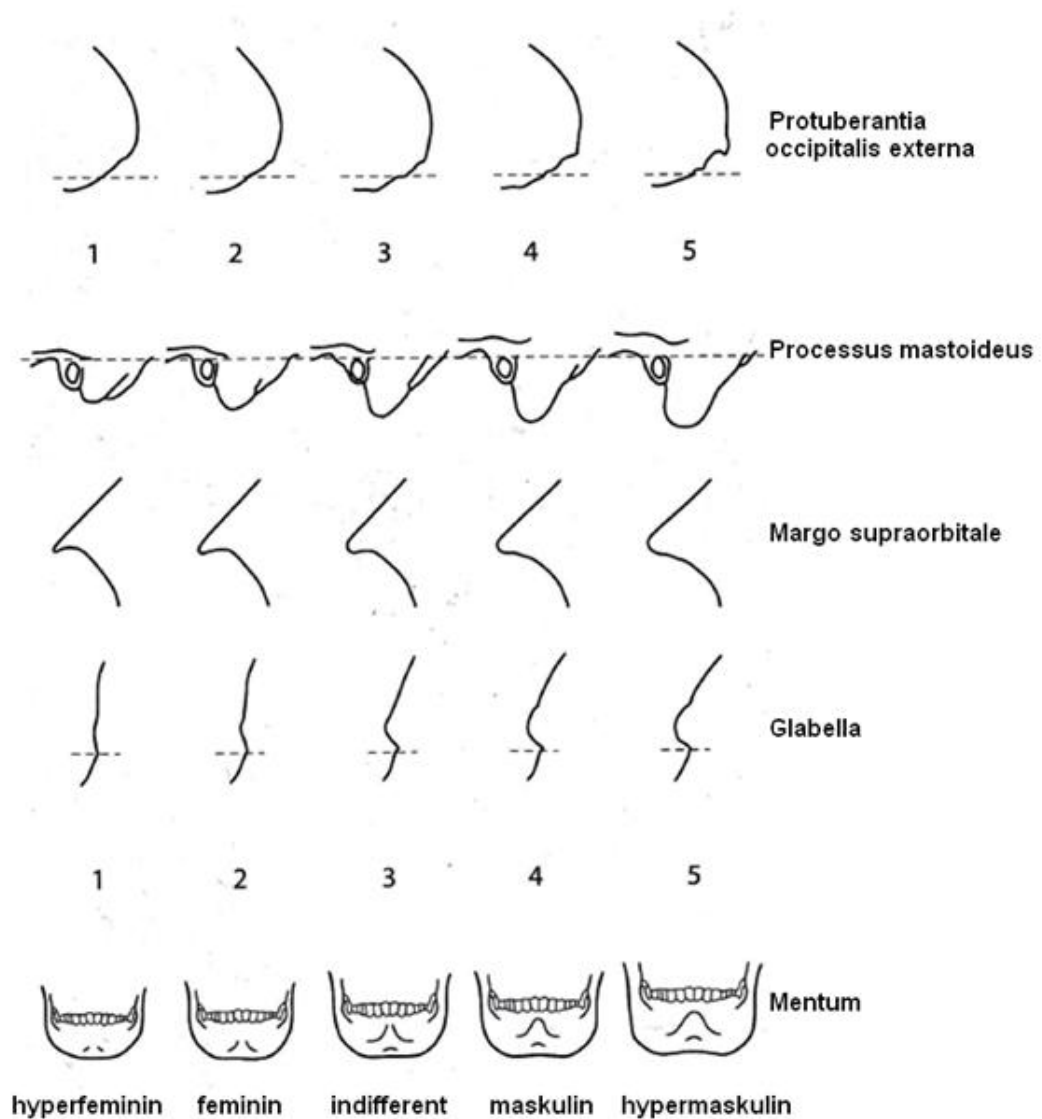


Tabelle 3: Geschlechtsdifferenzierende Merkmale am Schädel (nach Ferembach et al., 1979)

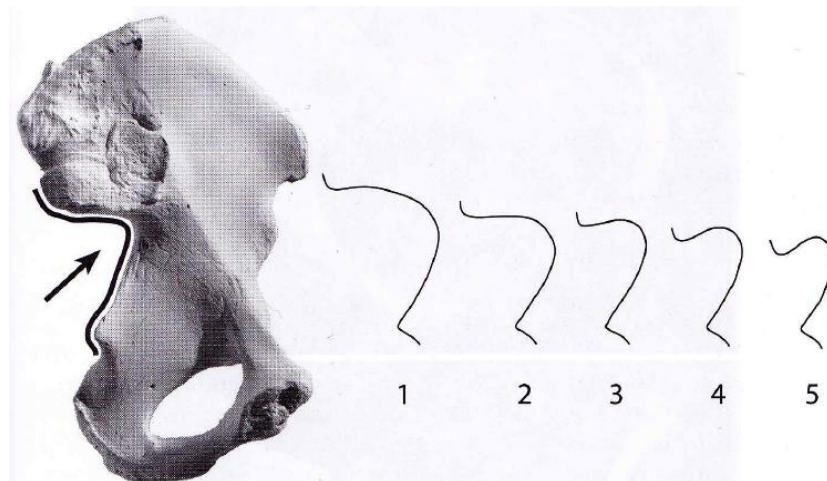
Region	Schädelmerkmal	G	hyperfeminin (-2)	feminin (-1)	indifferent 0	maskulin (+1)	hypermaskulin (+2)
Cranium	Glabella	3	sehr schwach	leicht betont	mittel	betont	sehr stark
	Arcus superciliaris	2	sehr schwach	leicht betont	mittel	betont	sehr stark
	Tubera frontalia und parietalia	2	betont	mäßig betont	mittel	schwach	fehlend
	Inclinatio frontale	1	vertikal	fast vertikal	wenig geneigt	leicht fliehend	stark fliehend
	Processus mastoideus	3	sehr klein	klein	mittel	groß	sehr groß
	Relief des Planum nuchale	3	fehlend	leicht betont	mittel	stark	sehr stark
	Protuberantia occipitalis externa	2	sehr schwach	leicht betont	mittel	stark	sehr stark
	Processus zygomaticus	3	niedrig, dünn	mäßig	mittel	hoch, kräftig	sehr hoch, kräftig
	Os zygomaticum	2	sehr niedrig, glatt	niedrig, glatt	mittelhoch, unregelmäßige Oberfläche	hoch, unregelmäßige Oberfläche	sehr hoch, unregelmäßige Oberfläche
	Crista supramastoidea	2	sehr schwach	schwach	mittel	stark	sehr stark
Mandibula	Margo supraorbitale, Forma orbitae	1	sehr scharf, rund	scharf, rund	mittel	leicht abgerundet, leicht viereckig	stark abgerundet, viereckig
	Gesamtaspekt	3	grazil	mäßig grazil	mittel	kräftig	sehr kräftig
	Mentum	2	klein, rund	klein	mittel	kräftig	kräftig mit bilateralen Protuberantien
	Angulus	2	glatt	fast glatt	kleine Vorsprünge	Vorsprünge	starke Vorsprünge
G...Gewichtung		1	dünn	dünn	mittel	dick	dick

GESCHLECHTSBESTIMMUNG AM POSTCRANIALEN SKELETT

Beim postcranialen Skelett ist das Becken diejenige knöcherne Struktur, an der am Besten eine Geschlechtsbestimmung durchgeführt werden kann. Das männliche Os coxae weist kräftige Sehnen- und Muskelansatzstellen und eine eher schmale, hohe Form auf. Zeigt die Crista iliaca bei cranialer Aufsicht eine stark S-förmige Kurve, handelt es sich höchstwahrscheinlich um das Os coxae eines männlichen Individuums. Ein eher dreieckiges Foramen obturatum deutet auf ein weibliches Individuum hin, bei einem männlichen Individuum wäre die Form eher rund.

Neben den Darstellungen der Merkmale des Schädels gibt es auch für die Ausprägungsgrade der Incisura ischiadica major ein Schema, welches die Geschlechtsdifferenzierung erleichtern soll (Abbildung 20). Die Incisura ischiadica major weiblicher Ossa coxae ist breiter und U-förmig, die von männlichen Individuen V-förmig.

Abbildung 20: Incisura ischiadica major (White, Folkens, 2005)



Auf Grund der Fülle an Merkmalen am Becken, die zur Geschlechtsunterscheidung dienen können, wurde von Ferembach et al. (1979) auch hier eine Liste mit Merkmalsausprägungen erstellt (siehe Tabelle 4). Sie funktioniert nach dem selben Prinzip, wie die Tabelle der Merkmalsausprägungen am Schädel.

Tabelle 4: Geschlechtsdifferenzierende Merkmale am Os coxae (nach Ferembach et al., 1979)

Merkm	G	hyperfeminin (-2)	feminin (-1)	indifferent 0	maskulin (+1)	hypermaskulin (+2)
Sulcus praeauricularis	3	tief, gut abgegrenzt	flacher, weniger gut abgegrenzt	angedeutet	nur spurenhaft vorhanden	fehlend
Incisura ischiadica major	3	sehr weit, U-förmig	weit, U-förmig	Übergangsform	V-förmig	eng, sehr V-förmig
Angulus pubis	2	stark stumpfwinklig, abgerundet	stumpf, abgerundet bis rechtwinklig	etwa rechtwinklig	schwach spitzwinklig, A-förmig	stark spitzwinklig, A-förmig
Arc composé	2	doppelte Kurve	doppelte Kurve		einfache Kurve	einfache Kurve
Os coxae	2	niedrig breit mit ausladenden Ala ossis ili und geringem Muskelrelief	geringere Ausprägung der weiblichen Merkmale	Übergangsform	geringe Ausprägung der männlichen Merkmale	hoch, eng mit kräftigem Muskelrelief
Foramen obturatum	2	dreieckig mit spitzen Rändern	dreieckig	Form nicht klassifizierbar	oval	oval mit abgerundetem
Corpus ossis ischii	2	sehr schmal mit wenig ausgeprägtem Tuber ischiadicum	schmal	mittel	Breit	sehr breit mit stark ausgebildetem Tuber ischiadicum
Crista iliaca	1	sehr flach S-förmig	flach S-förmig	mittel	deutlich S-förmig	betont S-förmig
Fossa iliaca	1	sehr niedrig, breit	niedrig, breit	mittelhoch, mittelbreit	hoch, schmal	sehr hoch, schmal
Pelvis major	1	sehr breit	breit	mittel	schmal	sehr schmal
G...Gewichtung						

Beim Becken in der Gesamtansicht zeigt ein stumpfwinkliger Angulus pubis, dass es sich um ein weibliches Individuum handelt. Der Angulus pubis des Beckens eines männlichen Individuums ist eher spitzwinkelig. Der Winkel kann in der Computertomographie gemessen werden. Wenn das Messergebnis 90° überschreitet, kann man von einem weiblichen Individuum ausgehen (Brothwell, 1981). Knußmann (1988) gibt noch zusätzlich zu der Tabelle aus Ferembach et al. (1979; siehe Tabelle 4) an, dass ein Angulus pubis von über 90° für weibliche Individuen spricht, ein Angulus pubis von unter 60° für männliche (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Geschlechtsdifferenzierung mit Hilfe der Größe des Angulus pubis (nach Knußmann, 1988)

Merkmal	G	hyperfeminin (-2)	feminin (-1)	indifferent 0	maskulin (+1)	hypermaskulin (+2)
Angulus pubis	2	> 100°	90° bis 100°	60° bis 90°	45° bis 60°	< 45°

G...Gewichtung

Der Durchmesser der Basis ossis sacri kann ebenfalls etwas über das Geschlecht aussagen. Ist eine Ala ossis sacri in der Aufsicht etwa so breit oder breiter als die Basis ossis sacri, deutet das auf ein weibliches Individuum hin. Ist die Basis ossis sacri breiter, ist das ein Hinweis für ein männliches Individuum.

Weiters kann der Durchmesser des Caput femoris gemessen werden. Laut Pearson und Bell (1917-1919; in Knußmann, 1988) spricht ein vertikaler Durchmesser des Caput femoris von unter 43,5 mm für eine Frau, ein vertikaler Durchmesser von über 44,5 mm für einen Mann (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Geschlechtsdifferenzierung mit Hilfe des Durchmessers des Caput femoris (nach Pearson und Bell, 1917-1919; in Knußmann, 1988)

Merkmal	hyperfeminin (-2)	feminin (-1)	indifferent 0	maskulin (+1)	hypermaskulin (+2)
Vertikaler Durchmesser des Caput femoris	<41,5 mm	41,5 - 43,5 mm	43,5 - 44,5 mm	44,5 - 45,5 mm	>45,5 mm

ANWENDUNGSBEISPIELE

Wie bei der Sterbealtersbestimmung soll auch hier beispielhaft an Röntgenaufnahmen und Computertomographiebildern gezeigt werden, wie die Methoden zur Geschlechtsbestimmung angewandt wurden.



Abbildung 21: Röntgen des Schädels
Ein wichtiges Indiz für die Geschlechtsbestimmung ist hier vor allem der Gesamtaspekt des Schädels. Der robuste Knochenbau, vor allem die kräftige Mandibel, spricht für einen Mann.



Abbildung 22: Röntgen des Beckens und der proximalen Anteile der Femora sowie beide Hände
Die Messung des Durchmessers des Caput femoris ist hier möglich (grüne Pfeile).
Bei einer Messung an Röntgenbildern muss aber ein Korrekturfaktor von 1,4 berücksichtigt werden.



Abbildung 23: CT des Abdomens
Übersichtsaufnahme für Abbildung 24 und Abbildung 25

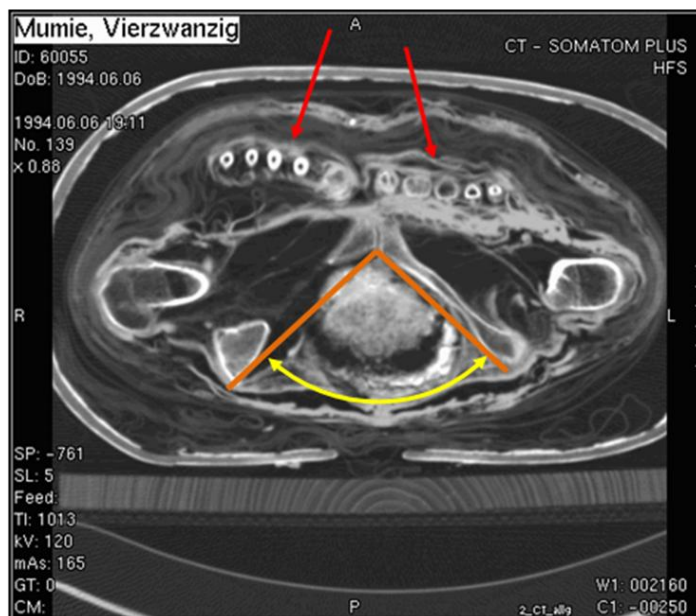


Abbildung 24: CT des Abdomens
Teile des Beckens sowie beide Hände (rote Pfeile) sind erkennbar.
Eine Messung des Angulus pubis ist möglich (gelb und orange).
Nach Knußmann (1988) spricht ein Winkel zwischen 90° und 100° für eine Frau.



Abbildung 25: CT des Abdomens
Die Messung des Durchmessers des Caput femoris ist hier möglich (grüner Pfeil).
Bei dieser Mumie wurde eine sandige Masse als Füllmaterial verwendet (blauer Pfeil).



Abbildung 26: CT des Abdomens
Übersichtsaufnahme für Abbildung 27

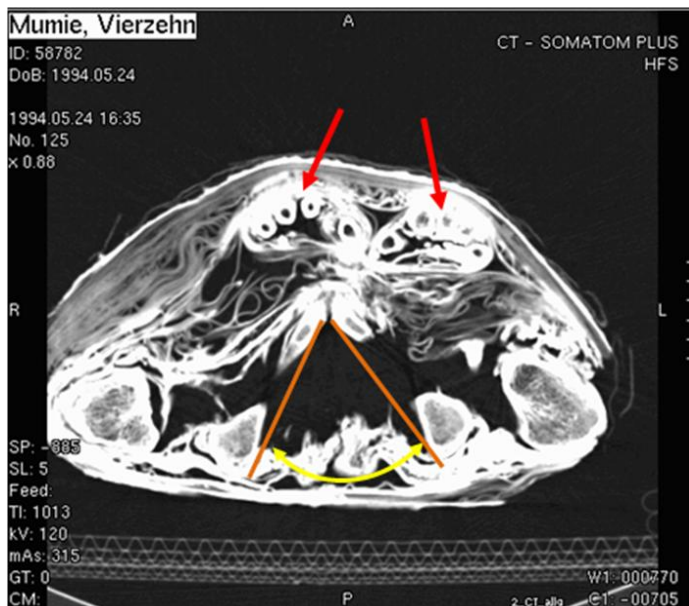


Abbildung 27: CT des Abdomens
Teile des Beckens sowie beide Hände (rote Pfeile) sind hier erkennbar
Die Messung des Angulus pubis ist möglich (gelb und orange).
Nach Knußmann (1988) spricht ein Winkel zwischen 45° und 60° für einen Mann

5.4. KÖRPERHÖHENSCHÄTZUNG

Bei Skelettfunden reichen auch einzelne Knochen aus, um die Körperhöhe eines Individuums schätzen zu können. Aus diesem Grund wurden schon von vielen Autoren Formeln zur Körperhöhenschätzung für verschiedenste Populationen erstellt. Als Beispiele seien hier angeführt die Rekonstruktion der Längenmaße von Knochen für weibliche Individuen von Bach (1965) und männliche Individuen von Breiting (1937). Aber auch andere Autoren wie Olivier et al. (1978) oder Sjørvold (1990) stellten verschiedene Regressionsformeln vor. Eine übersichtliche Zusammenfassung erfolgte von Rösing (1988), aber auch in Wurm (1985) sowie in Wurm und Leimeister (1986) befinden sich übersichtliche Darstellungen.

Diesen Formeln liegt zugrunde, dass eine Korrelation zwischen der Länge der Röhrenknochen wie Humerus, Ulna, Radius, Femur, Tibia, Fibula und der Körperhöhe besteht, wenn keine Disproportion der Knochen besteht (Wurm, Leimeister, 1986). Für die Aufarbeitung dieser statistischen Korrelation wird eine einfache oder multiple lineare Regression genutzt.

Die altägyptischen Mumien sind in ihren Särgen nicht immer vollständig bestattet worden beziehungsweise liegen sie auch manchmal in einer Position im Sarg, in welcher sie nicht einfach von Kopf bis Fuß vermessen werden können, um die Körperhöhe zu bestimmen. In diesem Fall ist es am einfachsten, die Knochenlängen der vorhandenen Langknochen am Röntgenbild zu messen, um mit Hilfe von Formeln die Körperhöhe der Mumie zu schätzen. Cesarani et al. (2003) schreiben, dass sich die Körperhöhenschätzung mit Hilfe von Femur- und Tibialänge als nützlich erwiesen hat, da eine der Mumien in zusammengekauerter Haltung in Leinen eingewickelt wurde.

Zur Reliabilität von anthropometrischen Messungen an Hand von Computertomographie und Röntgenbildern untersuchte Kragh et al. (2011) 50 menschliche Schädel. Die Messungen erfolgten an virtuellen Rekonstruktionen aus Computertomographiedaten und in Vergleich zur klassischen Messung mit Hilfe von Gleit- und Tasterzirkel und Maßband. Die Messstrecken

von virtuell rekonstruierten Schädeln wurden am Computer in der multiplanaren Rekonstruktion oder über direkte Messung der Projektion der Strecke gemacht. Dabei wiesen von 31 für beide Methoden reliabel bestimmten Maße 28 keinen signifikanten Unterschied zueinander auf. Vorweggenommen soll an dieser Stelle werden, dass die Modelle zur Geschlechtsdifferenzierung bei Kragh (2011) einen richtigen Zuweisungsgrad von 90% erreichten.

Auf Grund der Länge eines der Röhrenknochen kann mit einer einfachen linearen Regression auf die Lebendkörperhöhe eines Individuums geschlossen werden. Bei der multiplen linearen Regression werden die Längen von zwei oder mehr Knochen genutzt, um zu schätzen, wie groß das Individuum war. Unter Lebendkörperhöhe wird hier die noch zu Lebzeiten gemessene Körperhöhe eines Menschen verstanden. Die Lebendkörperhöhe unterscheidet sich laut verschiedensten Autoren und abhängig von der Messtechnik um 1 bis 4 cm von der an der Leiche gemessenen Körperhöhe (Wurm, 1985).

In der Literatur gibt es Formeln zur Körperhöhenschätzung für verschiedenste Populationen. Es besteht aber noch immer Uneinigkeit darüber, welche Knochen in welchen Kombinationen am besten verwendet werden sollten, um ein Ergebnis zur Lebendkörperhöhe zu erhalten. Laut Trotter und Gleser (1952) ist bei einer Körperhöhenschätzung an Hand der Knochen der unteren Extremitäten die Abweichung von der wirklichen Körperhöhe kleiner als bei einer Berechnung mit Hilfe der Länge der Knochen der oberen Extremität.

Da sich die Knochen von männlichen und weiblichen Individuen neben Formmerkmalen in der Regel auch auf Grund ihrer Robustheit unterscheiden, kann man annehmen, dass auch die Proportionen der Knochen zueinander und in Bezug auf die Körperhöhe unterschiedlich sind. Somit sollten die Formeln für männliche und weibliche Individuen getrennt erstellt werden. Viele der Formeln beziehen sich nur auf männliche Individuen. Es gibt zwar Ansätze für die Umrechnung solcher Formeln zur Körperhöhenschätzung

für weibliche Individuen, jedoch wäre es zutreffender, wenn die Formeln für jedes Geschlecht einzeln berechnet werden würden. Ein Umrechnungsvorschlag ist, von dem Ergebnis der Körperhöhenschätzung, das mit Hilfe der Länge der Knochen der oberen Extremität berechnet wurde, 2 cm abzuziehen. Bei den Knochen der unteren Extremität liegt die Länge, die abgezogen werden soll, bei 3 cm (Wurm, 1985). Diese Umrechnung fügt dem Ergebnis aber wieder eine weitere Unsicherheit hinzu.

Neben der geschlechtlichen Komponente muss auch der Zeitfaktor in Betracht gezogen werden, da sich die Proportionen der Populationen mit der Zeit verändern. Da verschiedene Populationen auch unterschiedliche Körperproportionen aufweisen, ist es wichtig, zu wissen, aus welcher Population das zu bestimmende Skelett stammt. Ist dies nicht möglich, wäre es zumindest von Vorteil zu wissen, ob die Proportionsverhältnisse einer bestimmten Population ähnlich sind, für die bereits Formeln zur Körperhöhenschätzung existieren.

Die Körperhöhe ist nicht nur genetisch determiniert, sondern wird auch stark von anderen Faktoren beeinflusst, wie Arbeitsbelastung, Ernährung, chronischer Krankheiten oder medizinischer Versorgung. Je besser die Lebensbedingungen, desto besser kann das genetische Potential ausgeschöpft werden und desto größer ist die mittlere Körperhöhe der Population. Also müssten nicht nur die zeitlichen Umstände, sondern auch der gesellschaftliche Hintergrund mit einbezogen werden, da die Lebensumstände der Oberschicht erfahrungsgemäß besser waren, als die der anderen, wie Bauern oder Sklaven.

Die in der vorliegenden Arbeit besprochenen Körperhöhenschätzungsformeln können nur auf adulte Individuen angewendet werden. Zusätzlich muss aber auch ein Körperhöhenverlust einhergehend mit dem Alter beachtet werden. Laut Trotter und Gleser (1952) sollte bei den Individuen ab 30 Jahren ein Teil des Ergebnisses abgezogen werden da die Körperhöhe des Individuums sonst überschätzt wird:

$$\text{Geschätzte Körperhöhe} - (0,06 * (\text{Alter in Jahren} - 30))$$

Dupertuis und Hadden (1951) stellten Formeln zur Körperhöhenschätzung auf, die allgemein gültig sein sollten (siehe Tabelle 7 und 8).

Tabelle 7: Allgemeingültige Formeln zur Körperhöhenschätzung für Männer nach Dupertuis und Hadden (1951)

Knochen	Männer
Fe	$69,089 + 2,238 \cdot \text{Fe}$
T	$81,688 + 2,392 \cdot \text{T}$
H	$73,570 + 2,970 \cdot \text{H}$
R	$80,405 + 3,650 \cdot \text{R}$
H, R (1)	$71,429 + 1,728 \cdot (\text{H} + \text{R})$
H, R (2)	$66,400 + 1,789 \cdot \text{H} + 1,841 \cdot \text{R}$
Fe, T (1)	$69,294 + 1,225 \cdot (\text{Fe} + \text{T})$
Fe, T (2)	$66,544 + 1,422 \cdot \text{Fe} + 1,062 \cdot \text{T}$
Fe, H	$64,505 + 1,928 \cdot \text{Fe} + 0,568 \cdot \text{H}$
T, R	$78,272 + 2,102 \cdot \text{T} + 0,606 \cdot \text{R}$
Fe, T, H, R	$56,006 + 1,442 \cdot \text{Fe} + 0,931 \cdot \text{T} + 0,083 \cdot \text{H} + 0,480 \cdot \text{R}$

Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: Fe...Femur maximale Länge, T...Tibia maximale Länge, H...Humerus maximale Länge, R...Radius maximale Länge; (1), (2) Formel 1 und Formel 2, die die selben Knochenlängen miteinbeziehen; Ergebnisse in cm

Tabelle 8: Allgemeingültige Formeln zur Körperhöhenschätzung für Frauen nach Dupertuis und Hadden (1951)

Knochen	Frauen
Fe	$61,412 + 2,317 \cdot \text{Fe}$
T	$72,572 + 2,533 \cdot \text{T}$
H	$64,977 + 3,144 \cdot \text{H}$
R	$73,502 + 3,876 \cdot \text{R}$
H, R (1)	$55,729 + 1,984 \cdot (\text{H} + \text{R})$
H, R (2)	$60,344 + 2,164 \cdot \text{H} + 1,525 \cdot \text{R}$
Fe, T (1)	$65,213 + 1,233 \cdot (\text{Fe} + \text{T})$
Fe, T (2)	$59,259 + 1,657 \cdot \text{Fe} + 0,879 \cdot \text{T}$
Fe, H	$57,600 + 2,009 \cdot \text{Fe} + 0,566 \cdot \text{H}$
T, R	$65,354 + 2,082 \cdot \text{T} + 1,060 \cdot \text{R}$
Fe, T, H, R	$57,495 + 1,544 \cdot \text{Fe} + 0,764 \cdot \text{T} + 0,126 \cdot \text{H} + 0,295 \cdot \text{R}$

Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: Fe...Femur maximale Länge, T...Tibia maximale Länge, H...Humerus maximale Länge, R...Radius maximale Länge; (1), (2) Formel 1 und Formel 2, die die selben Knochenlängen miteinbeziehen; Ergebnisse in cm

Die Daten wurden an jeweils 100 weiblichen und 100 männlichen Skeletten von Weißen und Schwarzen aus der „Todd Osteological Collection“ der Western Reserve University (Ohio, USA) erhoben. Das Sterbealter der insgesamt 400 Individuen lag zwischen 20 und 65 Jahren. Zu Lebzeiten erhobene Daten wie die Lebendkörperhöhe stammen aus Krankenhausaufzeichnungen.

Laut Dupertuis und Hadden (1951) ist die Abweichung der durch die allgemeine Formel errechneten Körperhöhe kleiner als bei zuvor erstellten Formeln für weiße und schwarze US-Amerikaner. Da sich aber wie bereits erwähnt die Proportionen der Knochen von Population zu Population unterscheiden, ist es fraglich, ob allgemeingültige Formeln auf jedes Sample von Homo sapiens angewendet werden können. Die Autoren empfehlen, die allgemeinen Formeln dann anzuwenden, wenn die Herkunft der verstorbenen Person nicht bekannt ist.

Um eine Formel zur Körperhöhenschätzung auf eine Population anzuwenden, sollte diese Population, mit deren Daten die Formel erstellt worden ist, sehr ähnlich in Bezug auf die Körperproportionen sein, um Abweichungen von der wirklichen Körperhöhe gering zu halten.

Trotter und Gleser (1952) stellten Formeln zur Körperhöhenschätzung von weißen und schwarzen US-Amerikanerinnen und US-Amerikanern auf (siehe Tabellen 9, 10, 11 und 12).

Die Daten erhoben sie an Knochen von im Zweiten Weltkrieg gefallenen 710 weißen und 80 schwarzen US-amerikanischen Soldaten. Das Sterbealter der Soldaten lag zwischen 18 und 49 Jahren, von denen die Körperhöhe bei ihrer Einberufung zum Militärdienst gemessen wurde. Neben den Soldaten nutzten sie zusätzlich die Daten von 255 weißen und 360 schwarzen US-Amerikanern und 63 weißen und 177 schwarzen US-Amerikanerinnen mit einem Sterbealter von 19 bis 99 Jahren aus der „Terry Skeletal Collection“. Die zusätzlichen Daten wurden benötigt, um einerseits eine größere Altersverteilung miteinbeziehen zu können und andererseits auch Formeln für weibliche Skelette erstellen zu können. Für diese Formeln wurden die Mittelwerte von jeweils linkem und rechtem Röhrenknochen verwendet.

Tabelle 9: Formeln zur Körperhöhenschätzung für weiße US-Amerikaner nach Trotter und Gleser (1952)

Knochen	Formel	Abweichung
H	$3,08 \cdot H + 70,45$	+/- 4,05
R	$3,78 \cdot R + 79,01$	+/- 4,32
U	$3,70 \cdot U + 74,05$	+/- 4,32
Fe	$2,38 \cdot Fe + 61,41$	+/- 3,27
T	$2,52 \cdot T + 78,62$	+/- 3,37
Fi	$2,68 \cdot Fi + 71,78$	+/- 3,29
Fe, T (1)	$1,30 \cdot (Fe + T) + 63,29$	+/- 2,99
Fe, T (2)	$1,42 \cdot Fe + 1,24 \cdot T + 59,88$	+/- 2,99
H, T	$0,93 \cdot H + 1,94 \cdot T + 69,3$	+/- 3,26
H, Fe	$0,27 \cdot H + 1,32 \cdot Fe + 1,16 \cdot T + 58,57$	+/- 2,99

Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: Fe...Femur maximale Länge, T...Tibia maximale Länge, Fi...Fibula maximale Länge, H...Humerus maximale Länge, R...Radius maximale Länge, U...Ulna maximale Länge; (1), (2) Formel 1 und Formel 2, die die selben Knochenlängen miteinbeziehen; Ergebnisse in cm

Tabelle 10: Formeln zur Körperhöhenschätzung für schwarze US-Amerikaner nach Trotter und Gleser (1952)

Knochen	Formel	Abweichung
H	$3,26 \cdot H + 62,10$	+/- 4,43
R	$3,42 \cdot R + 81,56$	+/- 4,31
U	$3,26 \cdot U + 79,29$	+/- 4,42
Fe	$2,11 \cdot Fe + 70,35$	+/- 3,94
T	$2,19 \cdot T + 86,02$	+/- 3,78
Fi	$2,19 \cdot Fi + 85,65$	+/- 4,08
Fe, T (1)	$1,15 \cdot (Fe + T) + 71,04$	+/- 3,53
Fe, T (2)	$0,66 \cdot Fe + 1,62 \cdot T + 76,13$	+/- 3,49
H, T	$0,9 \cdot H + 1,78 \cdot T + 71,29$	+/- 3,49
H, R, Fe, T	$0,89 \cdot H - 1,01 \cdot R + 0,38 \cdot Fe + 1,92 \cdot T + 74,56$	+/- 3,38

Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: Fe...Femur maximale Länge, T...Tibia maximale Länge, Fi...Fibula maximale Länge, H...Humerus maximale Länge, R...Radius maximale Länge, U...Ulna maximale Länge; (1), (2) Formel 1 und Formel 2, die die selben Knochenlängen miteinbeziehen; Ergebnisse in cm

Tabelle 11: Formeln zur Körperhöhenschätzung für weiße US-Amerikanerinnen nach Trotter und Gleser (1952)

Knochen	Weiße Frauen	SEE
H	$3,36 \cdot H + 57,97$	4,45
R	$4,74 \cdot R + 54,93$	4,24
U	$4,27 \cdot U + 57,76$	4,30
Fe	$2,47 \cdot Fe + 54,10$	3,72
T	$2,90 \cdot T + 61,53$	3,66
Fi	$2,93 \cdot Fi + 59,61$	3,57
Fe, T (1)	$1,39 \cdot (Fe + T) + 53,20$	3,55
Fe, T (2)	$1,48 \cdot Fe + 1,28 \cdot T + 53,07$	3,55
H, T	$1,35 \cdot H + 1,95 \cdot T + 52,77$	3,67
H, Fe, T	$0,68 \cdot H + 1,17 \cdot Fe + 1,15 \cdot T + 50,12$	3,51

Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: Fe...Femur maximale Länge, T...Tibia maximale Länge, Fi...Fibula maximale Länge, H...Humerus maximale Länge, R...Radius maximale Länge, U...Ulna maximale Länge; (1), (2) Formel 1 und Formel 2, die die selben Knochenlängen miteinbeziehen; Ergebnisse in cm

Tabelle 12: Formeln zur Körperhöhenschätzung für schwarze US-Amerikanerinnen nach Trotter und Gleser (1952)

Knochen	Schwarze Frauen	SEE
H	$3,08 \cdot H + 64,67$	4,25
R	$2,75 \cdot R + 94,51$	5,05
U	$3,31 \cdot U + 75,38$	4,83
Fe	$2,28 \cdot Fe + 59,76$	3,41
T	$2,45 \cdot T + 72,65$	3,70
Fi	$2,49 \cdot Fi + 70,90$	3,80
Fe, T (1)	$1,26 \cdot (Fe + T) + 59,72$	3,28
Fe, T (2)	$1,53 \cdot Fe + 0,96 \cdot T + 58,54$	3,23
H, T	$1,08 \cdot H + 1,79 \cdot T + 62,80$	3,58
H, R, Fe, T	$0,44 \cdot H + 0,20 \cdot R + 1,46 \cdot Fe + 0,86 \cdot T + 56,33$	3,22

Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: Fe...Femur maximale Länge, T...Tibia maximale Länge, Fi...Fibula maximale Länge, H...Humerus maximale Länge, R...Radius maximale Länge, U...Ulna maximale Länge; (1), (2) Formel 1 und Formel 2, die die selben Knochenlängen miteinbeziehen; Ergebnisse in cm

Eine weitere Reihe an Formeln zur Schätzung der Körperhöhe stellten Trotter und Gleser (1958) an Hand der Knochen von im Koreakrieg (1950 bis 1953) gefallenen US-amerikanischen Soldaten auf (Tabelle 13). Insgesamt wurden 5517 Soldaten in ethnische Gruppen unterteilt und vermessen, wobei die Daten von 3448 weißen und 469 schwarzen US-Amerikanern im Alter zwischen 18 und 46 Jahren in die Erstellung der Formeln mit einbezogen wurden. Die Körperhöhe der Soldaten wurde zu Lebzeiten ebenfalls bei ihrer Einberufung gemessen.

Tabelle 13: Formeln zur Körperhöhenschätzung für weiße und schwarze US-Amerikaner nach Trotter und Gleser (1958)

Knochen	Weißer Männer	SEE	Schwarze Männer	SEE
H	$2,89 \cdot H + 78,10$	4,57	$2,88 \cdot H + 75,48$	4,23
R	$3,79 \cdot R + 79,42$	4,66	$3,32 \cdot R + 85,43$	4,57
U	$3,76 \cdot U + 75,55$	4,72	$3,20 \cdot U + 82,77$	4,74
Fi	$2,60 \cdot Fi + 75,50$	3,86	$2,34 \cdot Fi + 80,07$	4,02
Fe	$2,32 \cdot Fe + 65,53$	3,94	$2,10 \cdot Fe + 72,22$	3,91
T	$2,42 \cdot T + 81,93$	4,00	$2,19 \cdot T + 85,36$	3,96
H, R	$1,82 \cdot (H+R) + 67,97$	4,31	$1,66 \cdot (H+R) + 73,08$	4,18
H, U	$1,78 \cdot (H+U) + 66,98$	4,37	$1,65 \cdot (H+U) + 70,67$	4,23
Fe, Fi	$1,31 \cdot (Fe+Fi) + 63,05$	3,62	$1,20 \cdot (Fe+Fi) + 67,77$	3,63
Fe, T	$1,26 \cdot (Fe+T) + 67,09$	3,74	$1,15 \cdot (Fe+T) + 71,75$	3,68

Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: Fe...Femur maximale Länge, T...Tibia maximale Länge, Fi...Fibula maximale Länge, H...Humerus maximale Länge, R...Radius maximale Länge, U...Ulna maximale Länge; Ergebnisse in cm

Da die Formeln von Trotter und Gleser (1958) nur für männliche Individuen erstellt wurden, kann die Körperhöhe mit diesen Formeln zwar geschätzt werden, bei einer Frau müssen aber 2 cm bis 3 cm vom Ergebnis abgezogen werden, um die Körperhöhe nicht zu überschätzen.

Raxter et al. (2008) führten einen Vergleich der Relation oberer zu unterer Extremität von altägyptischen Mumien und US-amerikanischen Schwarzen und Weißen durch. Die Ergebnisse zeigten, dass die Relation von oberer zu unterer Extremität bei den altägyptischen Mumien näher bei den Werten,

die bei schwarzen US-Amerikanern ermittelt wurden, liegt, als bei denen der weißen US-Amerikaner.

Im Falle von ägyptischen Mumien stellten Raxter et al. (2008) Formeln zur Körperhöhenschätzung an Hand der anatomischen Rekonstruktion von 100 altägyptischen Mumien auf (Tabelle 14 und 15).

Tabelle 14: Formeln für Körperhöhenschätzung von männlichen Mumien nach Raxter et al. (2008)

Knochen	Formel	SEE
Fe	$2.257*(Fe)+63.93$	3.218
Fb	$2.253*(Fb)+64.76$	3.226
T	$2.554*(T)+69.21$	3.002
TI	$2.552*(TI)+70.18$	3.060
H	$2.594*(H)+83.85$	4.218
R	$2.641*(R)+100.91$	3.731
Fe, T	$1.282*(Fe+T)+59.35$	2.851
Fb, TI	$1.276*(Fb+TI)+60.64$	2.900
H, R	$1.456*(H+R)+83.76$	3.353

Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: Fe...Femur maximale Länge, Fb....Femur Bicondylarlänge, T...Tibia maximale Länge, TI...Tibia Gelenksfläche bis Condylus lateralis, H...Humerus maximale Länge, R...Radius maximale Länge; Ergebnisse in cm

Tabelle 15: Formeln für Körperhöhenschätzung von weiblichen Mumien nach Raxter et al. (2008)

Knochen	Formel	SEE
Fe	$2.340*(Fe)+56.99$	2.517
Fb	$2.341*(Fb)+57.63$	2.511
T	$2.699*(T)+61.08$	1.921
TI	$2.700*(TI)+61.89$	1.893
H	$2.827*(H)+70.94$	2.732
R	$2.509*(R)+96.73$	4.057
Fe, T	$1.313*(Fe+T)+54.36$	1.968
Fb, TI	$1.312*(Fb+TI)+55.27$	1.961
H, R	$1.291*(H+R)+86.41$	3.247

Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: Fe...Femur maximale Länge, Fb....Femur Bicondylarlänge, T...Tibia maximale Länge, TI...Tibia Gelenksfläche bis Condylus lateralis, H...Humerus maximale Länge, R...Radius maximale Länge; Ergebnisse in cm

Das Sample bestand aus 63 männlichen und 37 weiblichen Erwachsenen, deren Sterbealter zwischen 20 und 60 Jahren liegt. Der Schätzfehler (SEE) lag zwischen 1,9 und 4,2 cm, wobei die Abweichung bei der Verwendung der Länge der Knochen der unteren Extremität kleiner war, wie es auch bei Trotter und Gleser (1952) beschrieben wurde. Die niedrigste Abweichung bei beiden Geschlechtern erzielten Raxter et al. (2008) bei der Körperhöhenschätzung mit Hilfe einer Formel, welche die Knochenlängen von Tibia und Femur mit einbezieht.

Da die altägyptischen Mumien aus einem Zeitraum von über 2000 Jahren und aus verschiedenen Dynastien und Gesellschaftsschichten stammen, stellt sich hier nun die Frage, ob überhaupt eine Formel für die Gruppe altägyptischer Mumien als Ganzes aufgestellt werden kann. Denn dass sich Körperproportionen in so einem großen Zeitraum nicht auffallend ändern sollten, ist fraglich. Thekkaniyil et al. (2000) beschreiben, dass sich in dem Zeitraum von der ersten bis zur letzten Periode des Neuen Reiches eine Reduktion in der Robustheit des Schädels und in der Gesichts- und Zahngröße erkennen lässt.

Laut Raxter et al. (2008) ließ sich aber weder ein wesentlicher Unterschied in den Proportionen von Tibia- und Femurlängen der Mumien feststellen, der auf Grund der zeitlichen Komponente oder auf Grund des gesellschaftlichen Status entstanden wäre. Bei der Erstellung der Formeln wurden hier aber überwiegend Daten von Individuen aus dem Alten Königreich mit einbezogen, lediglich elf von den 100 Mumien stammen aus anderen zeitlichen Perioden.

Alle hier erwähnten Körperhöhenschätzungen stammen wie viele andere aus dem 20. Jahrhundert. Die Lebendkörperhöhe war aus Krankenhausaufzeichnungen oder aus den Daten des Militärs bekannt. Somit konnten mit Hilfe der Abmessung der Knochen dieser Verstorbenen Daten gesammelt und Formeln erstellt werden.

Bei ägyptischen Mumien ist die Lebendkörperhöhe nicht bekannt. Darum beruht die Ermittlung der Körperhöhe auf Schätzungen mit Hilfe von For-

meln, welche mit Abweichungen von bis zu ± 5 cm von der wirklichen Körperhöhe rechnen.

Bei den Mumien wurden für diese Arbeit zum Teil nur einzelne Knochen vermessen. Wenn mehrere Knochen vermessen wurden, wurden diese auch nach Möglichkeit und in Beachtung der geringsten Abweichungen in die Schätzung mit einbezogen.

Generell wird in der Literatur empfohlen, die Ergebnisse aus den Schätzungen einer Reihe von Formeln nicht die Mittelwerte zu berechnen, sondern die Formel zu wählen, die die geringste Abweichung von der Körperhöhe verspricht. Da nicht alle Knochen vermessen wurden, wurden die Knochenlängen für die Körperhöhenschätzung verwendet, für welche die geringste Abweichung angegeben wurde oder die Knochenlängen eines Knochens der unteren Extremität, da die Abweichung des Schätzwertes unter Einbeziehung der Messdaten der unteren Extremität generell kleiner ist (Trotter, Gleser, 1952).

Grundsätzlich reicht es, die Länge eines Knochens zu messen, um die Körperhöhe des Individuums zu schätzen. Die Knochen der unteren Extremität sollten bei den Körperhöhenschätzungsformeln die Ergebnisse mit der geringsten Abweichung von der Lebendkörperhöhe liefern. Falls mehrere Knochen gemessen werden, sollte die Formel verwendet werden, die die wenigste Abweichung aufweist.

Wenn es möglich war, wurden in der vorliegenden Arbeit multiple Regressionsformeln gewählt, um die Körperhöhe der Mumien zu schätzen, da die Verwendung von zwei oder mehr unterschiedlichen Knochenlängen die Abweichung von der Lebendkörperhöhe noch weiter reduziert.

Die Röhrenknochen der altägyptischen Mumien wurden an den Röntgenbildern an einer Workstation in der Radiologie des Donauspitals Wien gemessen. Es wurden die Knochen vermessen, die an den Röntgenbildern die genauesten Messergebnisse zulassen. Da die Körperabschnitte in mehreren Röntgenbildern abgebildet wurden, mussten auch manche Werte addiert werden.

Neben dieser Fehlerquelle ist auch noch zu erwähnen, dass Messungen an Röntgenbildern von den tatsächlichen Werten abweichen können. Bei den herkömmlichen digitalen Röntgenaufnahmen ist auf Grund des Fokus-Film-Abstandes und des Objektabstandes bei dem Röntgengerät von Siemens des Donauspitals ein Korrekturfaktor von 1,4 zu berücksichtigen. Um die Messwerte zu berichtigen, wurden die an den digitalen Röntgenbildern gemessenen Knochenlängen mit diesem Korrekturfaktor multipliziert. Bei der Computertomographie ist es nicht notwendig, Knochenlängen durch die Multiplikation mit einem bestimmten Faktor zu korrigieren.

Außerdem entstehen Messfehler beim mehrfachen Messen der Knochenlängen. Der Interobserver Error sowie der Intraobserver Error wurden berücksichtigt. Da alle Längenmessungen jeweils drei Mal von zwei messenden Personen durchgeführt wurden und dabei fast keine Unterschiede entstanden, wurden alle Berechnungen mit den Mittelwerten dieser Messwerte durchgeführt.

6. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse von den 18 erwachsenen altägyptischen Mumien vorgestellt, bei denen zusätzlich zur Geschlechts- und Sterbealtersbestimmung die Abmessung von mindestens einem der Langknochen Humerus, Radius, Femur und Tibia möglich war.

Die Methoden zur Sterbealtersbestimmung ließen sich ohne weiteres an radiologischem Bildmaterial anwenden. Vor allem an Bildern des Kiefers konnte das Sterbealter an Hand des Zahndurchbruchs- und Zahnabrasionsschemata bestimmt werden. Mit Hilfe von Bildern der Gelenke konnte der Schluss der Epiphysenfugen beurteilt werden.

Die Geschlechtsbestimmungen wurden, wie bei anthropologischen Grabungen üblich, nur bei erwachsenen Individuen durchgeführt. Auch die Methoden zur Geschlechtsbestimmung konnten an den radiologischen Bildern angewendet werden. Neben dem Gesamtaspekt des Skelettes halfen vor allem die Bilder des Beckens und des Schädels bei der Geschlechtsbestimmung. An den CT-Bildern konnten die Messungen zur Geschlechtsbestimmung durchgeführt werden, wie etwa der Durchmesser des Femurkopfes.

Die Ergebnisse der Geschlechts- und Sterbealtersbestimmung werden in der Tabelle 16 angeführt. Die Mumien wurden in Tabelle 16 nach Geschlecht sowie nach Sterbealter geordnet.

Es handelt sich um vier weibliche und 14 männliche Mumien zu den Sterbealtersklassen von 15 bis 50 Jahren eingeteilt werden können.

Tabelle 16: Ergebnisse der Geschlechts- und Sterbealtersbestimmung

Mumie	ID	Name	Geschlecht	Sterbealtersabschnitt	Sterbealter von - bis	
M17	58797	Mumie Zwanzig	m	juvenil	15	17
M13	58796	Mumie Neunzehn!	m	juvenil	16	17
M18	58788	Mumie Fuenfzehn	m	juvenil	17	18
M16	58782	Mumie Vierzehn	m	spätjuvenil/ frühadult	19	21
M8	60722	Mumie Siebenzwanzig	m	frühadult	19	21
M4	60054	Mumie Dreizwanzig	m	frühadult	20	30
M1	57119	Mumie Zehn	m	frühadult	<22	
M6	58386	Mumie Dreizehn	m	adult	20	40
M3	57117	Mumie Neun	m	spätadult	35	40
M5	58382	Mumie Zwoelf	m	spätadult	35	40
M11	129659	Mumie Einsdreissig	m	spätadult	35	40
M15	60063	Mumie Fuenfzwanzig	m	spätadult	35	40
M10	58799	Mumie Eeins	m	spätadult/ frühmatur	35	45
M9	60053	Mumie Zweizwanzig	m	frühmatur	40	50
M2	60727	Mumie Achtzwanzig	f	frühadult	20	30
M14	60720	Mumie Sechszwanzig	f	adult	20	40
M12	60055	Mumie Vierzwanzig	f	adult	25	30
M7	60732	Mumie Neunzwanzig	f	adult	25	40

Geschlecht: f...weiblich, m...männlich; Einteilung der Sterbealtersabschnitte: siehe Tabelle 2 (Sterbealtersbestimmung), Sterbealter in Jahren angegeben

Die für die Körperhöhenschätzungen verwendeten Messdaten werden in Tabelle 17 angeführt. Die Reihenfolge der Mumien in der Ordnung von M1 bis M18 ergab sich im Laufe der vorliegenden Arbeit und wurde auch nur hier so verwendet. In der ersten Spalte ist die in der vorliegenden Arbeit verwendete Reihung angegeben, in der zweiten Spalte die zugeordneten Namen, so wie die Mumien in der Datenbank des Donauspitals benannt sind.

Die geschätzte Körperhöhe wird in Zentimetern und auf eine Kommastelle genau angegeben. Bei den Mumien mit einem Sterbealter von über 30 Jahren wurde noch der folgende Faktor nach Trotter und Gleser (1952) abgezogen, um die Körperhöhe nicht zu überschätzen:

$$\text{Geschätzte Körperhöhe in cm} - (0,06 \cdot (\text{Alter in Jahren} - 30))$$

Tabelle 17: Ergebnisse der Knochenlängenmessungen (in cm) an den radiologischen Bildern der Mumien

Mumie	Name	Humerus	Radius	Femur	Tibia
M1	Mumie Zehn	-	-	-	41,1
M2	Mumie Achtzwanzig	-	25,2	-	-
M3	Mumie Neun	-	28,7	-	38,6
M4	Mumie Dreizwanzig	34,8	-	48,1	-
M5	Mumie Zwoelf	40,2	-	-	-
M6	Mumie Dreizehn	38,8	28,6	-	-
M7	Mumie Neunzwanzig	31,6	25,0	-	-
M8	Mumie Siebenzwanzig	-	-	51,5	-
M9	Mumie Zweizwanzig	28,3	-	-	40,0
M10	Mumie Eeins	34,8	-	-	42,6
M11	Mumie Einsdreissig	40,1	-	-	-
M12	Mumie Vierzwanzig	-	27,3	-	-
M13	Mumie Neunzehn!	36,3	-	-	39,3
M14	Mumie Sechszwanzig	-	-	-	40,2
M15	Mumie Fuenfzwanzig	-	-	-	45,5
M16	Mumie Vierzehn	37,9	-	-	42,5
M17	Mumie Zwanzig	-	-	41,1	37,4
M18	Mumie Fuenfzehn	37,8	-	-	-

Das Sterbealter der erwachsenen Mumien kann methodenbedingt nicht auf das Jahr genau sondern nur in unterschiedlichen Intervallen angegeben werden (siehe Tabelle 17). Bei denjenigen Mumien, deren höchstmögliches Sterbealter auf über 30 Jahre geschätzt wurde, wurde die Körperhöhe als Mittelwert der Körperhöhen angegeben, die das niedrigste beziehungsweise das höchste angegebenen Sterbealter mit einbeziehen.

Außerdem wurden die Formeln von Trotter und Gleser (1958) adaptiert, um sie auch für die weiblichen Mumien anwenden zu können. Es wurden 2 cm vom Ergebnis einer Formel unter Einbeziehung der Knochen der oberen Extremität und 3 cm vom Ergebnis einer Formel unter Einbeziehung der unteren Extremität abgezogen (Wurm, 1985).

Es wurde neben dem Ergebnis der Körperhöhenschätzung auch angegeben, welche Langknochen für die Berechnung berücksichtigt wurden.

Bei den männlichen Mumien (siehe Tabelle 18 und Abbildung 28) wurden mit den Formeln für weiße US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952) Körperhöhen von 172,9 cm bis 194,3 cm geschätzt. Bei den Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952) lagen die Körperhöhen zwischen 167,9 cm und 193,2 cm. Mit den Formeln von Trotter und Gleser (1958) für weiße US-Amerikaner unterscheiden sich die Ergebnisse kaum von den vorigen. Die Körperhöhen der männlichen Mumien liegen hier zwischen 172,4 cm und 194,3 cm. Mit den Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1958) wurden Körperhöhen von 167,3 cm bis 191,3 cm geschätzt, also auch nur knapp unter den zuvor erwähnten Ergebnissen. Die Formeln von Dupertuis und Hadden (1951) ergeben Körperhöhen von 171,1 cm bis 193,0 cm und die Formeln von Raxter et al. (2008) 167,4 cm bis 188,1 cm.

Tabelle 18: Körperhöhenschätzungen für männliche Mumien

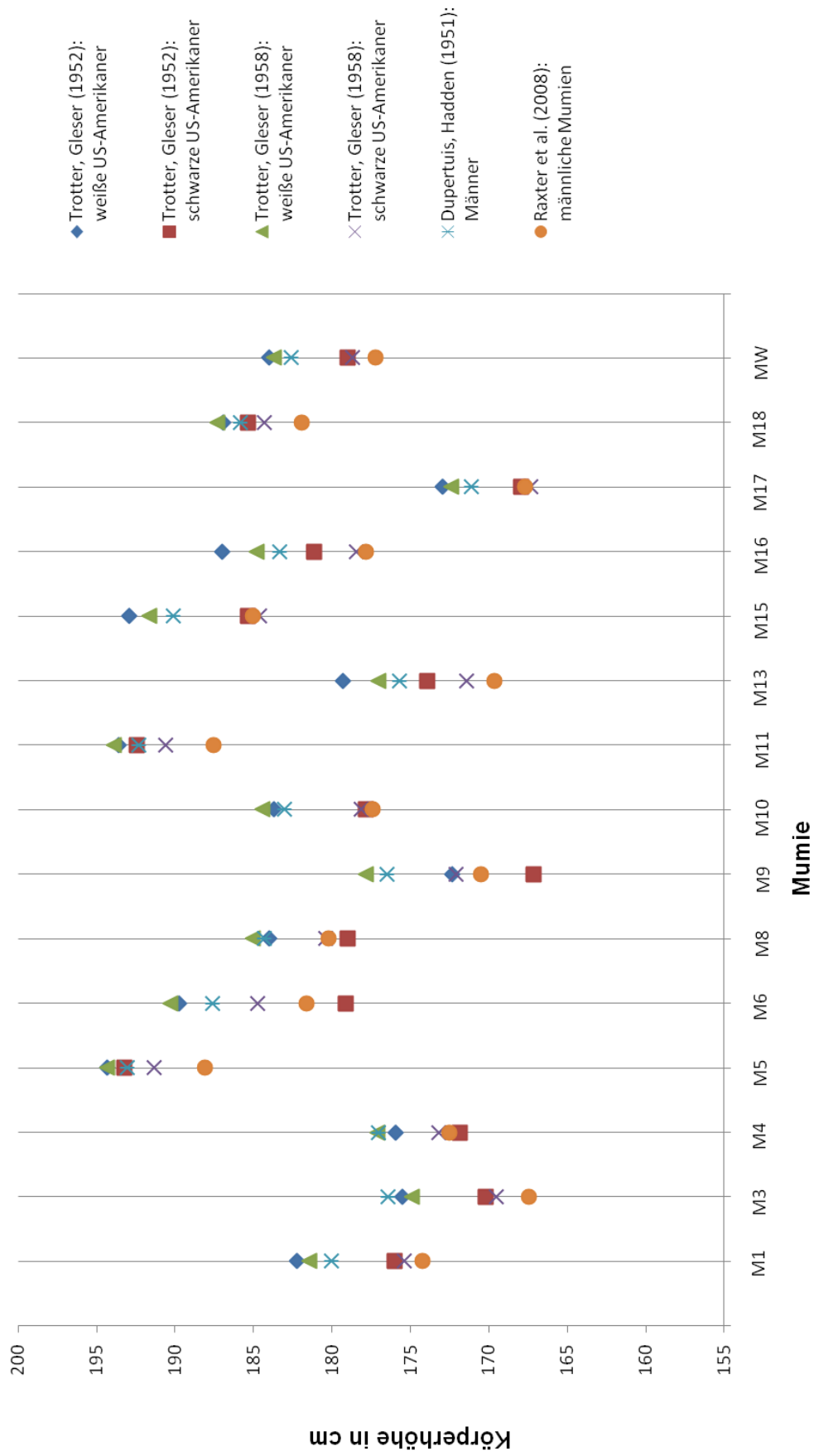
	Trotter, Gleser (1952): US-Amerikaner		Trotter, Gleser (1958): US-Amerikaner		Dupertuis, Hadden (1951): Männer	Raxter et al. (2008): männliche Mumien
M	weiße	schwarze	weiße	schwarze		
M1	182,2 (T)	176,0 (T)	181,4 (T)	175,4 (T)	180,0 (T)	174,2 (T)
M3	175,5 (T*)	170,2 (T*)	174,9 (T*)	169,5 (T*)	176,4 (R,T*)	167,4 (T*)
M4	175,9 (F)	171,8 (F)	177,1 (F)	173,2 (F)	177,0 (H,F)	172,5 (F)
M5	194,3 (H)	193,2 (H)	194,3 (H)	191,3 (H)	193,0 (H)	188,1 (H)
M6	189,7 (H*)	179,1 (R*)	190,3 (R,H*)	184,7 (R,H*)	187,6 (R,H1*)	181,6 (R,H*)
M8	184,0 (F)	179,0 (F)	185,0 (F)	180,4 (F)	184,3 (F)	180,2 (F)
M9	172,3 (H,T*)	167,1 (H,T*)	177,8 (T*)	172,1 (T*)	176,5 (T*)	170,5 (T*)
M10	183,7 (H,T*)	177,8 (H,T*)	184,4 (T*)	178,1 (T*)	183,0 (T*)	177,4 (T*)
M11	193,6 (H*)	192,4 (H*)	193,9 (H*)	190,6 (H*)	192,3 (H*)	187,5 (H*)
M13	179,3 (H,T)	173,9 (H,T)	177,0 (T)	171,4 (T)	175,7 (T)	169,6 (T)
M15	192,9 (T*)	185,3 (T*)	191,6 (T*)	184,6 (T*)	190,1 (T*)	185,0 (T*)
M16	187,0 (H,T)	181,1 (H,T)	184,8 (T)	178,4 (T)	183,3 (T)	177,8 (T)
M17	172,9 (T)	167,9 (T)	172,4 (T)	167,3 (T)	171,1 (T)	167,7 (T)
M18	186,9 (H)	185,3 (H)	187,3 (H)	184,3 (H)	185,8 (H)	181,9 (H)
MW	184,0	179,0	183,7	178,7	182,6	177,2
STD	7,6	8,3	7,2	7,6	6,7	7,1

M...Mumie; MW...Mittelwert; STD...Standardabweichung; Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung; R...Radius, H...Humerus, R,H1...Formel 1 für Radius und Humerus; T...Tibia, F...Femur;

*Mittelwert der Körperhöhen, die das niedrigste beziehungsweise das höchste angegebenen Sterbealter mit einbeziehen; Ergebnisse in cm

Die Ergebnisse für weiße US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952; 1958) ergeben bei beiden Formelreihen ähnliche Werte. Auch die Ergebnisse aus beiden Formelreihen für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952; 1958) unterscheiden sich nicht stark voneinander. Wie bei den weiblichen Mumien liegen auch hier die Körperhöhen der Mumien, die mit Hilfe der Formeln für weiße US-Amerikaner geschätzt wurden, über den Körperhöhen, die mit Hilfe der Formeln für schwarze US-Amerikaner geschätzt wurden. Die geringsten Ergebnisse zeigen die Körperhöhen, die mit den Formeln von Raxter et al. (2008) geschätzt wurden.

Abbildung 28: Körperhöhen der männlichen Mumien



Bei den weiblichen Mumien (siehe Tabelle 19 und Abbildung 29) werden mit den Formeln von Trotter und Gleser (1952) für weiße US-Amerikanerinnen sowie mit den für die weiblichen Mumien adaptierten Formeln von Trotter und Gleser für weiße US-Amerikaner (1958) und den Formeln für Frauen von Dupertuis und Hadden (1951) die höchsten Körperhöhen geschätzt. Die Formeln von Trotter und Gleser (1952) für schwarze US-Amerikanerinnen und die von Raxter et al. (2008) für weibliche ägyptische Mumien ergeben beide ähnliche Körperhöhen.

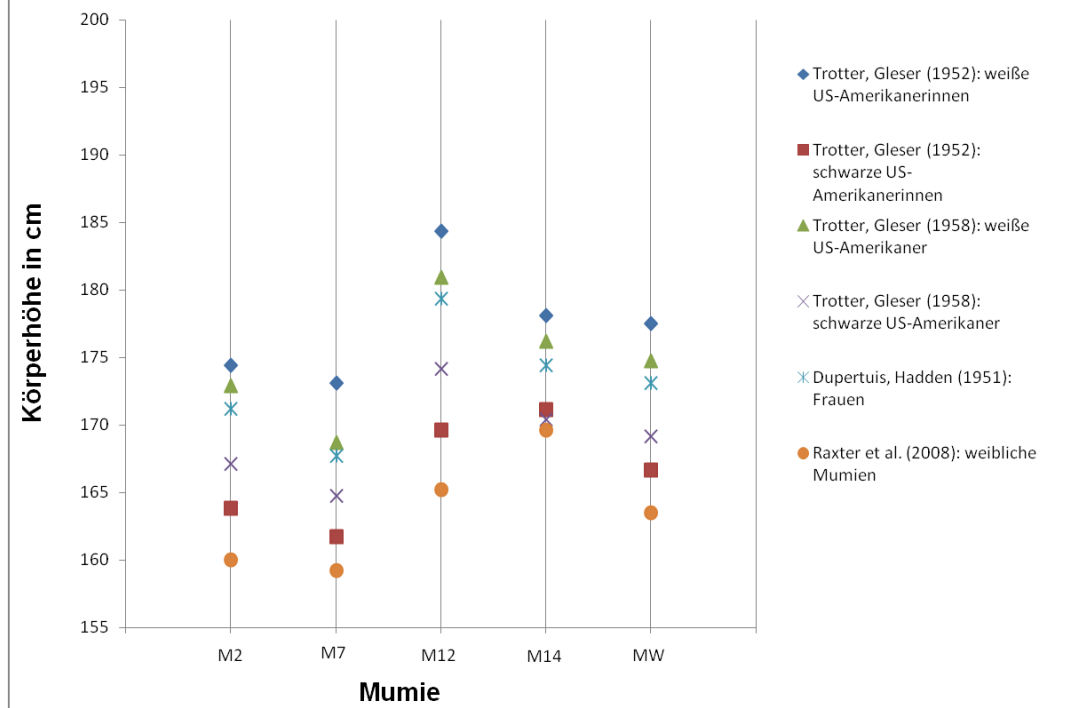
Tabelle 19: Körperhöhenschätzungen für weibliche Mumien

	Trotter, Gleser (1952): US-Amerikanerinnen		Trotter, Gleser (1958): US-Amerikaner (adaptiert an Frauen)		Dupertuis, Hadden (1951): Frauen	Raxter et al. (2008): weibliche Mumien
	weiße	schwarze	weiße	schwarze		
M						
M2	174,4 (R)	163,8 (R)	172,9 (R)	167,1 (R)	171,2 (R)	160,0 (R)
M7	173,1 (R*)	161,7 (H*)	168,7 (R,H*)	164,7 (R,H*)	167,7 (R,H1*)	159,2 (R,H*)
M12	184,3 (R)	169,6 (R)	180,9 (R)	174,1 (R)	179,3 (R)	165,2 (R)
M14	178,1 (T)	171,1 (T)	176,2 (T)	170,4 (T)	174,4 (T)	169,6 (T)
MW	177,5	166,6	174,7	169,1	173,1	163,5
STD	5,0	4,5	5,2	4,1	4,9	4,9

M...Mumie; MW...Mittelwert; STD...Standardabweichung; Knochenlängen (in cm) verwendet für Körperhöhenschätzung: R...Radius, H...Humerus, T...Tibia, F...Femur; *Mittelwert der Körperhöhen, die das niedrigste beziehungsweise das höchste angegebenen Sterbealter mit einbeziehen; Ergebnisse in cm

Nach den Formeln von Trotter und Gleser (1952) haben die weiblichen Mumien unter Verwendung der Formeln für weiße US-Amerikanerinnen Körperhöhen im Bereich von 173,1 cm und 184,3 cm, bei den Formeln für schwarze US-Amerikanerinnen im Bereich von 161,7 cm und 171,1 cm. Bei den Formeln von Trotter und Gleser (1958), welche für Frauen adaptiert wurden, ergibt sich mit den Formeln für weiße US-Amerikaner für die weiblichen Mumien Körperhöhen von 168,7 cm bis 180,9 cm und bei den Formeln für schwarze US-Amerikaner liegen die Körperhöhen der weiblichen Mumien zwischen 164,7 cm und 174,1 cm. Die Formeln von Dupertuis und Hadden (1951) für Frauen ergeben Körperhöhen von 167,5 cm bis 179,3 cm. Die Formeln für weibliche Mumien von Raxter et al. (2008) ergeben Körperhöhen von 159,2 cm bis 169,6 cm.

Abbildung 29: Körperhöhen der weiblichen Mumien



Beim Vergleich dieser Ergebnisse sieht man, dass die Formeln für eine weiße Population viel höhere Körperhöhen ergeben, als die für eine schwarze Population oder die Formeln, die für ägyptische Mumien erstellt wurden.

Die Körperhöhenschätzungsformeln eines Autors sollten unabhängig von der Wahl des Langknochens auf die gleichen Ergebnisse kommen beziehungsweise im Bereich der angegebenen Abweichungen liegen. Sind die Verhältnisse der Knochenlängen zueinander in etwa gleich denen der Population, für welche die Formeln aufgestellt wurden, sollte es also keinen großen Unterschied machen, welche Knochenlänge für die Körperhöhenschätzung verwendet wurde.

Da die meisten dieser Formeln nicht für Mumien sondern für andere Populationen erstellt wurden, war zu erwarten, dass sich die Ergebnisse der Körperhöhenschätzung für eine Mumie unterscheiden, wenn mittels unterschiedlicher Knochenlängen mehrere Ergebnisse berechnet wurden. Au-

ßerdem handelt es sich bei den Ergebnissen um Schätzwerte. Die angegebenen Abweichungen variieren je nach Formel und der miteinbezogenen Knochenlänge um etwa 2 cm bis 5 cm.

Falls mehrere Knochenlängen gemessen wurden, ist es möglich, die Körperhöhe mit mehr als einer Formel aus einer Formelreihe zu berechnen. Somit kann man eventuell abschätzen, ob die Verhältnisse der Knochen der für die Formeln verwendeten Population den Knochenlängenverhältnissen der ägyptischen Mumien entsprechen.

Bei der weiblichen Mumie 2 wurden zum Beispiel Humerus und Radius vermessen. Die Ergebnisse der Körperhöhenschätzung (siehe Tabelle 19) mit den Formeln für weiße US-Amerikanerinnen von Trotter und Gleser (1952; 1958) unterscheiden sich stark von denen für schwarze US-Amerikanerinnen von Trotter und Gleser (1952; 1958).

Die Ergebnisse der Formeln für weiße US-Amerikanerinnen von Trotter und Gleser (1952, siehe Tabelle 20) für Humerus und Radius weisen einen Unterschied von über 9 cm auf, was darauf schließen lässt, dass das Verhältnis der Knochenlängen der für die Formel verwendeten Population nicht dem der ägyptischen Mumien entspricht. Die Körperhöhen, die mit den Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952, siehe Tabelle 21; 1958, siehe Tabelle 23) berechnet wurden, liegt die Differenz zwischen 1 cm und 2 cm und bei den Formeln für weiße US-Amerikaner (1958, siehe Tabelle 22) bei fast 5 cm. Bei den Ergebnissen der Formeln von Dupertuis und Hadden (1951, siehe Tabelle 25) zeigt sich ein Unterschied von mehr als 6 cm. Die Formeln von Raxter et al. (2008, siehe Tabelle 24) weisen nur einen Unterschied von 0,8 cm auf und scheinen in diesem Fall den realen Verhältnissen am ehesten zu entsprechen.

Tabelle 20: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weiße US-Amerikanerinnen von Trotter und Gleser (1952)

M	KH (H)	KH (H)**	KH (R)	KH (R)**	KH (T)
M2	-	-	174,4	-	-
M7	164,1	163,5	173,4	172,8	-
M12	-	-	184,3	-	-
M14	-	-	-	-	178,1

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; T...Tibia

Tabelle 21: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für schwarze US-Amerikanerinnen von Trotter und Gleser (1952)

M	KH (H)	KH (H)**	KH (R)	KH (R)**	KH (T)
M2	-	-	163,8	-	-
M7	162,0	161,4	163,3	162,7	-
M12	-	-	169,6	-	-
M14	-	-	-	-	171,1

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; T...Tibia

Tabelle 22: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weiße US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1958) modifiziert für Frauen

M	KH(H)	KH(H)**	KH(R)	KH(R)**	KH(T)	KH(H,R)	KH(H,R)**
M2	-	-	172,9	-	-	-	-
M7	167,4	166,8	172,3	171,6	-	169,0	168,4
M12	-	-	180,9	-	-	-	-
M14	-	-	-	-	176,2	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; T...Tibia

Tabelle 23: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1958) modifiziert für Frauen

M	KH (H)	KH (H)**	KH (R)	KH (R)**	KH (T)	KH (H,R)	KH (H,R)**
M2	-	-	167,1	-	-	-	-
M7	164,5	163,9	166,4	165,8	-	165,0	164,4
M12	-	-	174,1	-	-	-	-
M14	-	-	-	-	170,4	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; T...Tibia

Tabelle 24: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weibliche Mumien von Raxter et al. (2008)

M	KH (H)	KH (H)**	KH (R)	KH (R)**	KH (T)	KH (H,R)	KH (H,R)**
M2	-	-	160,0	-	-	-	-
M7	160,3	159,7	159,5	158,9	-	159,5	158,9
M12	-	-	165,2	-	-	-	-
M14	-	-	-	-	169,6	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; T...Tibia

Tabelle 25: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der allgemeingültigen Formeln für Frauen von Dupertuis und Hadden (1951)

M	KH (H)	KH (H)**	KH (R)	KH (R)**	KH (T)	KH (H,R)1	KH (H,R)1**	KH (H,R)2	KH (H,R)2**
M2	-	-	171,2	-	-	-	-	-	-
M7	164,3	163,7	170,4	169,8	-	168,0	167,4	166,9	166,3
M12	-	-	179,3	-	-	-	-	-	-
M14	-	-	-	-	174,4	-	-	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; T...Tibia

Bei sieben der insgesamt 14 männlichen Mumien konnten Humerus, Radius, Ulna, Femur, Tibia und Fibula vermessen werden und die Ergebnisse der Körperhöhenschätzung verglichen werden. Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen sind nicht so groß, wie bei der weiblichen Mumie 2. Die Ergebnisse der Körperhöhenschätzungsformeln, welche die Knochen der unteren Extremität miteinbeziehen, liegen unter den Ergebnissen der Formeln, welche die Knochen der oberen Extremität mit einbeziehen (mit Ausnahme von Mumie 10 und Mumie 17).

Bei der Mumie 3 konnten Ergebnisse der Formeln verglichen werden, welche Tibia und Radius mit einbeziehen. Die höchste Differenz mit fast 13 cm liegt bei den Ergebnissen aus den Formeln von Trotter und Gleser (1958, siehe Tabelle 28) für weiße US-Amerikaner. Bei den Formeln von Trotter und Gleser für weiße US-Amerikaner (1952, siehe Tabelle 26), für schwarze US-Amerikaner (1958) und den Formeln von Dupertuis und Hadden (1951)

liegen die Differenzen zwischen 10 cm und 12 cm. Die niedrigsten Differenzen liegen mit 9,1 cm bei den Ergebnissen aus der Berechnung mit den Formeln von Trotter und Gleser (1958) für schwarze US-Amerikaner und mit 8,9 cm bei den Körperhöhen Raxter et al. (2008, siehe Tabelle 30). Hier scheint keine der Formeln wirklich gut zu passen.

Die Körperhöhen, die bei der Mumie 4 mit Humerus und Femur geschätzt wurden, zeigen beim Vergleich der Körperhöhen von diesen sieben männlichen Mumien die kleinsten Unterschiede. Die Differenzen der Körperhöhen-schätzung mit den Formeln von Raxter et al. (2008) und Trotter und Gleser (1952; 1958) für weiße US-Amerikaner liegen zwischen 1 cm und 2 cm. Der Unterschied ist somit kleiner als bei den Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952, siehe Tabelle 27; 1958, siehe Tabelle 29), bei welchen sich die Ergebnisse um 3,7 cm und 2,5 cm unterscheiden. Die Ergebnisse aus den Formeln von Dupertuis und Hadden (1951; siehe Tabelle 31) weisen eine Differenz von 0,2 cm auf. Die Formel von Dupertuis und Hadden (1951) zeigt sich in diesem Fall als passende Formel, aber auch die Formeln von Raxter et al. (2008) und Trotter und Gleser (1952; 1958) für weiße US-Amerikaner weisen bei dem Vergleich der Ergebnisse der Körperhöhenschätzung einen geringen Unterschied auf.

Die Körperhöhe der Mumie 6 konnte mit Hilfe der Länge von Humerus und Radius geschätzt werden. Die niedrigsten Differenzen liefern in diesem Fall die Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) für weiße US-Amerikaner. Die Differenzen liegen hier zwischen 2 cm und 3 cm. Die Differenz der Ergebnisse der Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln von Dupertuis und Hadden (1951) liegt bei 4 cm, von Raxter et al. (2008) bei über 8 cm und bei den Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) für schwarze US-Amerikaner bei über 9 cm beziehungsweise bei fast 7 cm. Somit sind hier die Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) für weiße US-Amerikaner die am besten geeigneten.

Bei den Mumien sind die Körperhöhen, welche mit den Längen von Knochen der oberen Extremität geschätzt wurden, höher als die, die mit den Längen von Knochen der unteren Extremität geschätzt wurden. Bei Mumie 10 und Mumie 17 zeigt sich ein umgekehrtes Bild: die Körperhöhen, welche mit der Humeruslänge geschätzt wurden, sind kleiner als die, die mit der Tibiallänge geschätzt wurden.

Die Differenzen der Ergebnisse bei der Mumie 10 aus den Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) für schwarze US-Amerikaner und Raxter et al. (2008) liegen zwischen 3 cm und 4 cm. Die Differenzen der Körperhöhenschätzungen mit den Formeln von Trotter und Gleser (1952) liegen bei über 8 cm beziehungsweise mit den Formeln von Trotter und Gleser (1958) und von Dupertuis und Hadden (1951) zwischen 6 und 7 cm. Hier zeigen sich die Formeln für schwarze US-Amerikaner oder die Formeln für männliche Mumien am besten geeignet.

Die Ergebnisse aus der Körperhöhenschätzung der Mumie 13 weisen bei der Verwendung der Knochenlängen von Humerus und Tibia in den Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) für schwarze US-Amerikaner und die Formeln von Raxter et al. (2008) die höchsten Differenzen mit über 8 cm auf. Die Formeln von Trotter und Gleser (1958) für weiße US-Amerikaner weisen für die Körperhöhen, die mit Humerus und Tibia geschätzt wurden, eine Differenz von 6 cm auf. Bei den Formeln von Dupertuis und Hadden (1951) zeigt sich eine Differenz von über 5 cm. Die niedrigste Differenz mit 4,6 cm ergibt sich hier bei der Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln von Trotter und Gleser (1952) für weiße US-Amerikaner.

Bei der Mumie 16 liegen die höchsten Differenzen mit über 6 cm bei den Ergebnissen aus den Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) für schwarze US-Amerikaner. Die Differenzen der Ergebnisse der Formeln von Trotter und Gleser (1958) für weiße US-Amerikaner und der Formeln von Dupertuis und Hadden (1951) liegen bei fast 3 cm. Die Körperhöhen, welche durch die Formeln von Raxter et al. (2008) geschätzt wurden, weisen eine Differenz von über 4 cm auf. Die niedrigste Differenz liegt mit 1,5 cm

bei den Ergebnissen der Körperhöhenschätzung mit den Formeln von Trotter und Gleser (1952) für weiße US-Amerikaner.

Allgemein zeigen sich die höchsten Differenzen bei der Mumie 17. Hier wurden die Längen von Femur und Tibia in die Körperhöhenschätzung miteinbezogen. Die Körperhöhenschätzungen mit Hilfe der Tibia sind viel höher als die Schätzungen, bei welchen die Länge des Femur verwendet wurde. Die Ergebnisse aus der Körperhöhenschätzung mit den Formeln von Trotter und Gleser (1958) für schwarze US-Amerikaner weisen die niedrigste Differenz von fast 9 cm auf. Die höchste Differenz von über 13 cm ergeben die Körperhöhen, die mit den Formeln von Trotter und Gleser (1952) für weiße US-Amerikaner geschätzt wurden. Die Differenzen der Ergebnisse der Formeln von Trotter und Gleser (1952) für schwarze US-Amerikaner, von Trotter und Gleser (1958) für weiße US-Amerikaner, die Formeln von Raxter et al. (2008) sowie die von Dupertuis und Hadden (1951) liegen zwischen 10 cm und 11,5 cm. Wie bei Mumie 3 zeigt sich auch hier keine Formel wirklich für die Körperhöhenschätzung dieser Mumie geeignet.

Tabelle 26: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weiße US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952)

M	KH (H)	KH (H)*	KH (H)**	KH (R)	KH (R)*	KH (R)**	KH (F)	KH (T)	KH (T)*	KH (T)**	KH (T, H)	KH (T, H)*	KH (T, H)**
M1	-	-	-	-	-	-	-	182,2	-	-	-	-	-
M3	-	-	-	187,5	187,2	186,9	-	175,9	175,6	175,3	-	-	-
M4	177,6	-	-	-	-	-	175,9	-	-	-	-	-	-
M5	194,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M6	190,0	190,0	189,4	187,1	187,1	186,5	-	-	-	-	-	-	-
M8	-	-	-	-	-	-	184,0	-	-	-	-	-	-
M9	-	-	-	-	-	-	-	179,4	178,8	178,2	-	-	-
M10	177,6	177,3	176,7	-	-	-	-	186,0	185,7	185,1	184,3	184,0	183,4
M11	194,0	193,7	193,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M13	182,3	-	-	-	-	-	-	177,7	-	-	179,3	-	-
M15	-	-	-	-	-	-	-	193,3	193,0	192,7	-	-	-
M16	187,2	-	-	-	-	-	-	185,7	-	-	187,0	-	-
M17	-	-	-	-	-	-	159,2	172,9	-	-	-	-	-
M18	186,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; F...Femur; T...Tibia

Tabelle 27: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952)

M	KH (H)	KH (H)*	KH (H)**	KH (R)	KH (R)*	KH (R)**	KH (F)	KH (T)	KH (T)*	KH (T)**	KH (T, H)	KH (T, H)*	KH (T, H)**
M1	-	-	-	-	-	-	-	176,0	-	-	-	-	-
M3	-	-	-	179,7	179,4	179,1	-	170,6	170,3	170,0	-	-	-
M4	175,5	-	-	-	-	-	171,8	-	-	-	-	-	-
M5	193,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M6	188,6	188,6	188,0	179,4	179,4	178,8	-	-	-	-	-	-	-
M8	-	-	-	-	-	-	179,0	-	-	-	-	-	-
M9	-	-	-	-	-	-	-	173,6	173	172,4	-	-	-
M10	175,5	175,2	174,6	-	-	-	-	179,3	179	178,4	178,4	178,1	177,5
M11	192,8	192,5	192,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M13	180,4	-	-	-	-	-	-	172,1	-	-	173,9	-	-
M15	-	-	-	-	-	-	-	185,7	185,4	185,1	-	-	-
M16	185,7	-	-	-	-	-	-	179,1	-	-	181,1	-	-
M17	-	-	-	-	-	-	157,1	167,9	-	-	-	-	-
M18	185,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; F...Femur; T...Tibia

Tabelle 28: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weiße US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1958)

M	KH (H)	KH (H)*	KH (H)**	KH (R)	KH (R)*	KH (R)**	KH (H, R)	KH (H, R)**	KH (F)	KH (T)	KH (T)*	KH (T)**
M1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181,4	-	-
M3	-	-	-	188,2	187,9	187,6	-	-	-	175,3	175	174,7
M4	178,7	-	-	-	-	-	-	-	177,1	-	-	-
M5	194,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M6	190,2	190,2	189,6	187,8	187,8	187,2	190,6	190,0	-	-	-	-
M8	-	-	-	-	-	-	-	-	185,0	-	-	-
M9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	178,7	178,1	177,5
M10	178,7	178,4	177,8	-	-	-	-	-	-	185,0	184,7	184,1
M11	194,0	193,7	193,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M13	183,0	-	-	-	-	-	-	-	-	177,0	-	-
M15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	192,0	191,7	191,4
M16	187,6	-	-	-	-	-	-	-	-	184,8	-	-
M17	-	-	-	-	-	-	-	-	160,9	172,4	-	-
M18	187,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; F...Femur; T...Tibia

Tabelle 29: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1958)

M	KH (H)	KH (H)*	KH (H)**	KH (R)	KH (R)*	KH (R)**	KH (H, R)	KH (H, R)**	KH (F)	KH (T)	KH (T)*	KH (T)**
M1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175,4	-	-
M3	-	-	-	180,7	180,4	180,1	-	-	-	169,9	169,6	169,3
M4	175,7	-	-	-	-	-	-	-	173,2	-	-	-
M5	191,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M6	187,2	187,2	186,6	180,4	180,4	179,8	185,0	184,4	-	-	-	-
M8	-	-	-	-	-	-	-	-	180,4	-	-	-
M9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	173	172,4	171,8
M10	175,7	175,4	174,8	-	-	-	-	-	-	178,7	178,4	177,8
M11	191,0	190,7	190,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M13	180,0	-	-	-	-	-	-	-	-	171,4	-	-
M15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	185,0	184,7	184,4
M16	184,6	-	-	-	-	-	-	-	-	178,4	-	-
M17	-	-	-	-	-	-	-	-	158,5	167,3	-	-
M18	184,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; F...Femur; T...Tibia

Tabelle 30: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für männliche Mumien von Raxter et al. (2008)

M	KH (H)	KH (H)*	KH (H)**	KH (R)	KH (R)*	KH (R)**	KH (H, R)	KH (H, R)	KH (F)	KH (T)	KH (T)*	KH (T)**
M1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	174,2	-	-
M3	-	-	-	176,7	176,4	176,1	-	-	-	167,8	167,5	167,2
M4	174,1	-	-	-	-	-	-	-	172,5	-	-	-
M5	188,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M6	184,5	184,5	183,9	176,4	176,4	175,8	181,9	181,3	-	-	-	-
M8	-	-	-	-	-	-	-	-	180,2	-	-	-
M9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	171,4	170,8	170,2
M10	174,1	173,8	173,2	-	-	-	-	-	-	178,0	177,7	177,1
M11	187,9	187,6	187,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M13	178,0	-	-	-	-	-	-	-	-	169,6	-	-
M15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	185,4	185,1	184,8
M16	182,2	-	-	-	-	-	-	-	-	177,8	-	-
M17	-	-	-	-	-	-	-	-	156,7	167,7	-	-
M18	181,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; F...Femur; T...Tibia

Tabelle 31: Männliche Mumien – Körperhörschätzung mit Hilfe der allgemeingültigen Formeln für Männer von Dupertuis und Hadden (1951)

M	KH (H)	KH (H)*	KH (H)**	KH (R)	KH (R)*	KH (R)**	KH (H, R) 1	KH (H, R) 1**	KH (H, R) 2	KH (H, R) 2**	KH (F)	KH (T)	KH (T)*	KH (T)**	KH (F, H)	KH (R, T)	KH (R, T)*	KH (R, T)**
M1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180,0	-	-	-	-	-	-
M3	-	-	-	185,2	184,9	184,6	-	-	-	-	-	174,0	173,7	173,4	-	176,8	176,5	176,2
M4	176,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176,7	-	-	-	177,0	-	-	-
M5	193,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M6	188,8	188,8	188,2	184,8	184,8	184,2	187,9	187,3	188,5	187,9	-	-	-	-	-	-	-	-
M8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	184,3	-	-	-	-	-	-	-
M9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,4	176,8	176,2	-	-	-	-
M10	176,9	176,6	176,0	-	-	-	-	-	-	-	-	183,6	183,3	182,7	-	-	-	-
M11	192,7	192,4	192,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M13	181,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	175,7	-	-	-	-	-	-
M15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190,5	190,2	189,9	-	-	-	-
M16	186,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	183,3	-	-	-	-	-	-
M17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	161,1	171,1	-	-	-	-	-	-
M18	185,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M...Mumie; KH...geschätzte Körperhöhe (in cm); * unter Berücksichtigung des niedrigsten Sterbealters; ** unter Berücksichtigung des höchsten Sterbealters; in Formeln verwendete Knochenlängen (in cm): H...Humerus; R...Radius; F...Femur; T...Tibia

Bei Mumie 2 und Mumie 6 konnten Humerus und Radius vermessen werden. Die Körperhöhenschätzungen und der Vergleich der Ergebnisse für beide Knochen zeigen aber, dass für die Mumien unterschiedliche Formeln angewendet werden sollten. Bei Mumie 2 ergab der Vergleich der Körperhöhen, die mit Humerus und Radius gemessen wurden, viel größere Differenzen bei Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) für weiße US-Amerikaner. Die niedrigsten Differenzen ergaben sich bei den Formeln von Raxter et al. (2008) und beiden Formelreihen von Trotter und Gleser (1952; 1958) für schwarze US-Amerikaner.

Bei der Mumie 6 ist es umgekehrt, so dass sich die niedrigsten Differenzen zwischen den geschätzten Körperhöhen mit den Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) für weiße US-Amerikaner ergeben. Die Proportionen der Mumie 2 sind der Mumienpopulation, die Raxter et al. (2008) für die Erstellung der Formeln verwendet haben, sehr ähnlich. Bei der Mumie 6 treffen die Proportionen der weißen US-Amerikanischen Population, deren Daten Trotter und Gleser (1952; 1958) verwendet haben, eher zu.

Im Vergleich dazu kamen Robins und Shute (1983) auf das Ergebnis, dass die Formeln für weiße Populationen für Femur, Tibia und Humerus viel größere Unterschiede ergeben, als die Formeln für schwarze Populationen. Sie verwendeten unter anderem auch die Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) sowie von Dupertuis und Hadden (1951).

Die Ergebnisse mit den Formeln für Tibia und Humerus konnten bei den drei männlichen Mumien 10, 13 und 16 verglichen werden. Bei Mumie 13 und Mumie 16 sind die Differenzen der Körperhöhen bei den Formeln von Trotter und Gleser (1952) für weiße US-Amerikaner am geringsten. Bei der Mumie 10 ist die Differenz bei den Formeln von Trotter und Gleser (1958) für weiße US-Amerikaner am kleinsten, wobei auch die Formeln von Raxter et al. (2008) im Vergleich zu den Differenzen bei den anderen Formeln keine sehr große Differenz ergibt.

Die Differenzen für die einzelnen Formelreihen unterscheiden sich zu stark voneinander, um daraus schließen zu können, dass eine der Formeln, die geeignetste für die Körperhöhenschätzung wäre.

Obwohl die Formeln von Raxter et al. (2008) für ägyptische Mumien erstellt worden sind, passen sie nur für vier der acht verschiedenen hier verglichenen Mumien. Wenn man nach dem Vergleich der Differenzen zwischen den Ergebnissen der Körperhöhenschätzungen geht, sind die Formeln für die Mumien genauso gut geeignet, wie die Formeln von Trotter und Gleser (1952) für weiße US-Amerikaner. Bei Mumie 2, Mumie 3, Mumie 10 und Mumie 17 treffen aber die Formeln für schwarze US-Amerikaner zu.

Werden einzelne Knochenlängen verwendet, um die Körperhöhe zu bestimmen, sollte man innerhalb einer Methode zu widerspruchsfreien Ergebnissen kommen. Jede Formel für einzelne Knochenlängen aus einer Formelreihe sollte zu dem selben Ergebnis kommen (+/- der angegebenen Abweichung). Das ist hier bei den meisten Ergebnissen nicht der Fall. Durch den Vergleich der Differenzen der Körperhöhenschätzung mit Hilfe verschiedener Knochenlängen sieht man, dass keine dieser Formeln exakt auf die Verhältnisse der Knochenlängen der 18 Mumien passt.

Auf manche Mumien scheinen Methoden gut zu passen, die bei anderen wieder zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Auf Grund der unterschiedlichen Zeitstellung der Mumien ist keine allgemeingültige Aussage in Bezug auf die Körperhöhe möglich. Da diese 18 Mumien aus unterschiedlichen Zeiträumen stammen, kann angenommen werden, dass die Proportionen der Langknochen nicht die gleichen sind. Aus diesem Grund kann nicht jede der vorgestellten Methoden für die Mumien verwendet werden.

Es sollte hier diejenige Methode gewählt werden, die insgesamt zu den geringsten Differenzen führt. Robins und Shute (1983) kamen zu dem Ergebnis, dass die Formeln von Trotter und Gleser (1958) für schwarze US-Amerikaner für die Körperhöhenschätzung altägyptischer Mumien verwendet werden können. In der vorliegenden Arbeit wären die Formeln zur Körperhöhenschätzung von Raxter et al. (2008) sowie die Formeln von Trotter und Gleser (1952; 1958) für schwarze US-Amerikaner am ehesten geeignet.

Um dieses Ergebnis genauer zu ergründen, müssten die Daten der Mumien verglichen werden, um herauszufinden, ob sich hier in Bezug auf die zeitliche Einordnung, der genauen Herkunft oder des gesellschaftlichen Status

dieser Mumien ein Muster ergibt. Diese Faktoren ergeben eine zu heterogene Gruppe, um so auf eine für ägyptische Mumien allgemein gültige Formel zur Körperhöhenschätzung zu kommen.

Um genauere Ergebnisse mit der Körperhöhenschätzung mit Hilfe von solchen Formeln zu erhalten, müssten eigene Formeln für die Populationen unterschiedlicher Dynastien bzw. anderer definierter Zeiträume erstellt werden. Dazu wäre ein großes Sample an ägyptischen Mumien notwendig.

Nicht nur für die Schätzung der Körperhöhe sondern auch für die Sterbealters- und Geschlechtsbestimmung wäre ein größeres Sample wichtig, um generalisierte Aussagen treffen zu können (Zweifel et al., 2009).

Die Körperhöhe von einzelnen Mumien könnte aber auch mit Hilfe moderner bildgebender Verfahren bestimmt werden, in dem eine dreidimensionale Rekonstruktion des Körpers erstellt wird.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) durchgeführten Wiener Mumienforschungsprojektes wurden in den Jahren 1996 bis 1999 altägyptische Mumien aus dem Kunsthistorischen Museum Wien im Donauespital Wien mit Hilfe von digitalem Röntgen und Computertomographie untersucht. Die insgesamt 28 untersuchten Särge stammen zum Großteil aus der Spätdynastischen und Ptolemäischen Zeit. Es handelte sich hierbei um 19 Erwachsene, acht Kinder und mindestens zwei zusammen in einem Sarg bestatteten Kinder.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Möglichkeiten zu überprüfen, herkömmliche Methoden der physiologischen Anthropologie für Skelettuntersuchungen anzuwenden, um das Sterbealter, das Geschlecht und insbesondere die Körperhöhe an den digitalen radiologischen Bildern der Mumien bestimmen zu können.

Diese Methoden können ohne weiteres auf radiologische Bilder angewandt werden. Von den insgesamt 19 erwachsenen Mumien konnte die Körperhöhe von vier weiblichen Mumien, deren Sterbealter zwischen 20 und 40 Jahren lag und 14 männlichen Mumien mit einem Sterbealter zwischen 15 und 50 Jahren mit Hilfe von Formeln zur Körperhöhenschätzung nach Dupertuis und Hadden (1951), Trotter und Gleser (1952; 1958) sowie Raxter et al. (2008) ermittelt werden.

Es konnten für fast alle Mumien Formeln zur Körperhöhenschätzung gefunden werden, die auf die Körperproportionen der einzelnen Mumien zutreffen, aber keine der Formeln trifft exakt auf die Körperproportionen aller 18 Mumien zu. Am ehesten trafen die Formeln von Raxter et al. (2008) und von Trotter und Gleser (1952; 1958) für schwarze US-Amerikaner zu.

Da die Gruppe der ägyptischen Mumien auf Grund von Faktoren wie die unterschiedliche Zeitstellung sowie unterschiedliche Herkunft und gesellschaftlichen Status eine zu heterogene Gruppe darstellt, kann keine allgemeingültige Formel für ägyptische Mumien erstellt werden. Solche Formeln müssten zumindest nach zeitlichen Kriterien wie beispielsweise der Einteilung in die Dynastien gerichtet sein.

8. LITERATUR

Aufderheide AC (2003): The Scientific Study of Mummies. Cambridge University Press, New York.

Bach H (1965): Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmaßenknochen weiblicher Skelette. Anthropologischer Anzeiger 29:12-21.

Braunstein EM et al (1988): Paleoradiologic evaluation of the Egyptian royal mummies. Skeletal Radiology 17/5:348-352.

Breitinger E (1937): Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmaßenknochen. Anthropologischer Anzeiger 14:249-274.

Brothwell DR (1981): Digging up bones: The Excavation, Treatment and Study of Human Skeletal Remains. Oxford University Press, Oxford.

Bucher B (2007): Konventionell makroskopisch bestimmte Sterbealter im Vergleich mit computergestützter Knochenmorphometrie an adulten proximalen Humeri und Femora awarenzeitlicher Skelette. Universität Wien, Wien.

Cesarani F et al. (2003): Whole-body three-dimensional multidetector CT of 13 Egyptian human mummies. American Journal of Roentgenology 180/3:597-606.

Chhem RK, Brothwell DR (2008): Paleoradiology. Imaging Mummies and Fossils. Springer, Berlin, Heidelberg.

David R, Archbold R (2001): Wenn Mumien erzählen. Neueste naturwissenschaftliche Methoden enträtseln das Alltagsleben im Ägypten der Pharaonen. Collection Rolf Heyne, München.

David R (2008): Egyptian mummies and Modern Science. Cambridge University Press, New York.

Dupertuis CW, Hadden JA JR (1951): On the reconstruction of stature from long bones. American Journal of Physical Anthropology 9/1:14-54.

Ferembach D et al. (1979): Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett. Homo 30/2:1-32.

Gerloni et al. (2009): Dental status of three Egyptian mummies: radiological investigation by multislice computerized tomography. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics 107/6:58-64.

Germer R (1991): Mumien. Zeugen des Pharaonenreiches. Artemis & Winkler, München.

Grillenberger A, Fritsch E (2007): Computertomographie. Einführung in ein modernes bildgebendes Verfahren. Facultas, Wien.

Harris JE, Weeks KR (1973): X-Raying the Pharaohs. Scribner, New York.

Harris JE, Wente EF (1980): An X-Ray Atlas of the Royal Mummies. The University of Chicago Press, Chicago.

Haslauer E, Großschmidt K (1998): Zu den Acht Mumien. In Seipel W (1998): Mumien aus dem Alten Ägypten. Zur Mumienforschung im Kunsthistorischen Museum. Kunsthistorisches Museum Wien.

Hoffman H et al (2002): Paleoradiology: Advanced CT in the Evaluation of Nine Egyptian Mummies. Radiographics 22/2:377–385.

Jackowski C, Bollinger S, Thali MJ (2008): Scenes from the Past. Common and Unexpected Findings in Mummies from Ancient Egypt and South America as Revealed by CT. *Radiographics* 28/5:1477–1492.

Janot F (2008): *Mumien. Zeugen der Vergangenheit*. White Star Verlag. Wiesbaden.

Knußmann R (1988): *Wesen und Methoden der Anthropologie*. 1. Teil: Wissenschaftstheorie, Geschichte und morphologische Methoden. Fischer.

Kragh T et al. (2011): Forensisch-anthropometrischer Methodenvergleich. Reliabilität eines bildgebenden Verfahrens. *Rechtsmedizin* 21:445-451.

Lovejoy CO (1985): Dental wear in the Libben population: Its functional pattern and role in the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology* 68:47-56.

Miles AEW (1963): Dentition in the estimation of age. *Journal of Dental Research* 42:255-263.

Nerlich A, Rohrbach H, Zink A (2002): Paläopathologie altägyptischer Mumien und Skelette. *Der Pathologe* 23:379–385.

Olivier G et al. (1978): New estimation of stature and cranial capacity in modern men. *Journal of Human Evolution* 7:513-534.

Raxter MH et al. (2008): Stature estimation in ancient Egyptians: A new technique based on anatomical reconstruction of stature. *American Journal of Physical Anthropology* 136/2:147-155.

Robins G, Shute CCD (1983): The physical proportions and living stature of New Kingdom pharaohs. *Journal of Human Evolution* 12/5:455-465.

Rösing FW (1977): Methoden und Aussagemöglichkeiten der anthropologischen Leichenbrandbearbeitung. Archäol Naturwiss 1:53-80.

Rühli FJ, Böni T (2000): Radiological Aspects and Interpretation of Post-mortem Artefacts in Ancient Egyptian Mummies from Swiss Collections. International Journal of Osteoarcheology 10:153-157.

Rühli FJ et al. (2004): Diagnostic paleoradiology of mummified tissue: interpretation and pitfalls. JACR 55/4:218-227.

Sjovold T (1988): Geschlechtsdiagnose am Skelett. In Knußmann R(1988): Wesen und Methoden der Anthropologie. 1.Teil: Wissenschaftstheorie, Geschichte und morphologische Methoden. Fischer.

Sjovold T (1990): Estimation of stature from long bones utilizing the line of organic correlation. Human Evolution 5:431-447.

Szilvássy J (1988): Altersdiagnose am Skelett. In Knußmann R (1988): Wesen und Methoden der Anthropologie. 1.Teil: Wissenschaftstheorie, Geschichte und morphologische Methoden. Fischer.

Szilvássy J, Kritscher H (1990): Bestimmung des individuellen Lebensalters beim Menschen mit Hilfe der Spongiosastruktur der Langknochen. Ann. Naturhist. Mus. Wien 91:145-154.

Thekkaniyil et al. (2000): Dental and skeletal findings on an ancient Egyptian mummy. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 117/1:10-14.

Trotter M, Gleser CG (1952): Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes. American Journal of Physical Anthropology 10:463-514.

Trotter M, Gleser CG (1958): A re-evaluation of stature based on measurements of stature taken during life and of long bones after death. *American Journal of Physical Anthropology* 16:79-123.

Ubelaker DH (1989): *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis, Interpretation*. In White TD, Folkens PA (2005): *The Human Bone Manual*. Elsevier Academic Press, Amsterdam.

White TD, Folkens PA (2005): *The Human Bone Manual*. Elsevier Academic Press, Amsterdam.

Van Tiggelen R (2004): Ancient Egypt and radiology, a future for the past! *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* 226:10-14.

Wurm H (1985): Zur Geschichte der Körperhöhenschätzung nach Skelettfunden (Körperhöhenschätzungen für Männer): Die Vorgeschlagenen Ansätze zur Körperhöhenschätzung nach Skelettfunden seit der Mitte des 20. Jahrhunderts. *Gegenbaurs morphologisches Jahrbuch* 131/3:383-432.

Wurm H, Leimeister H (1986): Ein Beitrag zur spezifischen Auswahl von Vorschlägen zur Körperhöhenschätzung nach Skelettfunden, zur Vergleichbarkeit von Schätzergebnissen und zur allgemeinen Problematik realistischer Lebendhöhenschätzungen. *Gegenbaurs morphologisches Jahrbuch* 132/1:66-110.

Zweifel L et al. (2009): Evidence-based palaeopathology: Meta-analysis of PubMed-listed scientific studies on ancient Egyptian mummies. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology* 60:405–427.

9. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Mumie von Ramses II (links; Aufderheide, 2003) und Röntgenbild der Mumie von Ramses II mit Pfefferkörnern in der Nase (rechts; Germer, 1991)

Abbildung 2: Mumifizierungsinstrumente (Germer, 1991)

Abbildung 3: Dreidimensionale Rekonstruktion des Schädels von Tutanchamun und Gesichtsrekonstruktion (Janot, 2008)

Abbildung 4: Totenmaske des Tutanchamun (David, Archbold, 2001)

Abbildung 5: Mumie des Tutanchamun (David, Archbold, 2001)

Abbildung 6: Ektokranialer Schädelnahtverschluss (Olivier, 1960; in Knußmann, 1988)

Abbildung 7: Ekto- und endokranialer Schädelnahtverschluss (Rösing, 1977; in Knußmann, 1988)

Abbildung 8: Zahnentwicklungsschema (Ubelaker, 1989; in Knußmann, 1988)

Abbildung 9: Zahnabrasionsschema der Molaren (Miles, 1963; in Knußmann, 1988)

Abbildung 10: Zahnabrasionsschema (Lovejoy, 1985; in White, Folkens, 2005)

Abbildung 11: Epiphysenfugenschluss (Brothwell, 1981)

Abbildung 12: Veränderungen der Spongiosastruktur des Humeruskopfes in sechs Stufen (Ferembach et al., 1979)

Abbildung 13: Veränderungen der Spongiosastruktur des Femurkopfes in sechs Stufen (Ferembach et al., 1979)

Abbildung 14: Röntgenbild der distalen Femora sowie der proximalen Tibiae und Fibulae

Abbildung 15: Röntgenbild der Unterschenkel

Abbildung 16: Röntgenbild der distalen Femora sowie der proximalen Tibiae und Fibulae

Abbildung 17: Röntgenbild der distalen Femora sowie der proximalen Tibiae und Fibulae

Abbildung 18: Röntgenbild des Schädels sowie Teilen des Oberkörpers

Abbildung 19: Merkmale am Schädel zur Geschlechtsbestimmung (nach White, Folkens, 2005)

Abbildung 20: Incisura ischiadica major (White, Folkens, 2005)

Abbildung 21: Röntgen des Schädels

Abbildung 22: Röntgen des Beckens und der proximalen Anteile der Femora sowie beide Hände

Abbildung 23: CT des Abdomens

Abbildung 24: CT des Abdomens

Abbildung 25: CT des Abdomens

Abbildung 26: CT des Abdomens

Abbildung 27: CT des Abdomens

Abbildung 28: Körperhöhen der männlichen Mumien

Abbildung 29: Körperhöhen der weiblichen Mumien

10. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Zeiteinteilung nach David (2008)

Tabelle 2: Altersabschnitte (nach Knußmann, 1988)

Tabelle 3: Geschlechtsdifferenzierende Merkmale am Schädel (nach Ferembach et al., 1979)

Tabelle 4: Geschlechtsdifferenzierende Merkmale am Os coxae (nach Ferembach et al., 1979)

Tabelle 5: Geschlechtsdifferenzierung mit Hilfe der Größe des Angulus pubis (nach Knußmann, 1988)

Tabelle 6: Geschlechtsdifferenzierung mit Hilfe des Durchmessers des Caput femoris (nach Pearson und Bell, 1917-1919; in Knußmann, 1988)

Tabelle 7: Allgemeingültige Formeln zur Körperhöhenschätzung für Männer nach Dupertuis und Hadden (1951)

Tabelle 8: Allgemeingültige Formeln zur Körperhöhenschätzung für Frauen nach Dupertuis und Hadden (1951)

Tabelle 9: Formeln zur Körperhöhenschätzung für weiße US-Amerikaner nach Trotter und Gleser (1952)

Tabelle 10: Formeln zur Körperhöhenschätzung für schwarze US-Amerikaner nach Trotter und Gleser (1952)

Tabelle 11: Formeln zur Körperhöhenschätzung für weiße US-Amerikanerinnen nach Trotter und Gleser (1952)

Tabelle 12: Formeln zur Körperhöhenschätzung für schwarze US-Amerikanerinnen nach Trotter und Gleser (1952)

Tabelle 13: Formeln zur Körperhöhenschätzung für weiße und schwarze US-Amerikaner nach Trotter und Gleser (1958)

Tabelle 14: Formeln für Körperhöhenschätzung von männlichen Mumien nach Raxter et al. (2008)

Tabelle 15: Formeln für Körperhöhenschätzung von weiblichen Mumien nach Raxter et al. (2008)

Tabelle 16: Ergebnisse der Knochenlängenmessungen an den radiologischen Bildern der Mumien

Tabelle 17: Ergebnisse der Geschlechts- und Sterbealtersbestimmung

Tabelle 18: Körperhöhenschätzungen für männliche Mumien

Tabelle 19: Körperhöhenschätzungen für weibliche Mumien

Tabelle 20: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weiße US-Amerikanerinnen von Trotter und Gleser (1952)

Tabelle 21: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für schwarze US-Amerikanerinnen von Trotter und Gleser (1952)

Tabelle 22: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weiße US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1958) modifiziert für Frauen

Tabelle 23: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1958) modifiziert für Frauen

Tabelle 24: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weibliche Mumien von Raxter et al. (2008)

Tabelle 25: Weibliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der allgemeingültigen Formeln von Dupertuis und Hadden (1951)

Tabelle 26: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weiße US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952)

Tabelle 27: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1952)

Tabelle 28: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für weiße US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1958)

Tabelle 29: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für schwarze US-Amerikaner von Trotter und Gleser (1958)

Tabelle 30: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der Formeln für männliche Mumien von Raxter et al. (2008)

Tabelle 31: Männliche Mumien – Körperhöhenschätzung mit Hilfe der allgemeingültigen Formeln für Männer von Dupertuis und Hadden (1951)

LEBENS LAUF

ZUR PERSON

- **Name:** Ursula Franz
- **Geburtsort, -datum:** Linz, 15.01.1986
- **Familienstand:** ledig

AUSBILDUNG

- **Seit September 2010:** Bachelorstudium Biomedizinische Analytik an der FH Campus Wien
- **Seit Oktober 2005:** Diplomstudium Biologie an der Universität Wien mit Spezialisierung im Bereich Humanbiologie
- **1996 – 2004:** Gymnasium Freistadt, Matura im Juni 2004

BISHERIGE ARBEITSERFAHRUNG

- **Juli 2009 bis August 2010:** Schreibkraft in der Radiologie *Diagnosehaus* (Klimschgasse 16, 1030 Wien)
- **18.1. bis 19.2.2010:** Tutorin im Sezierkurs für AnthropologInnen
- **31.8. bis 11.09.2009:** Praktikum am Pathologisch-bakteriologischen Institut des Donauspitals Wien
- **Juli bis September 2008:** Ferialarbeit als Zählkraft bei Loomis
- **Jänner bis November 2007:** Assistentin bei der Wiener Assistenzgenossenschaft (WAG)
- **September 2004 bis August 2005:** Europäischer Freiwilligendienst (EVS) in der Jugendpastoral Euregio in Luxemburg
- **Juli 2004:** Ferialarbeit in der Verwaltung des LKH Freistadt
- **Juli 2003:** Ferialarbeit in der Landespflegeanstalt Schloss Haus

SONSTIGE QUALIFIKATIONEN

- **EDV-Kenntnisse:** guter Umgang mit Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Access), SPSS
- **Sprachkenntnisse:** Deutsch (Muttersprache), Englisch (in Wort und Schrift), Französisch (Grundkenntnisse)
- Führerschein Klasse B