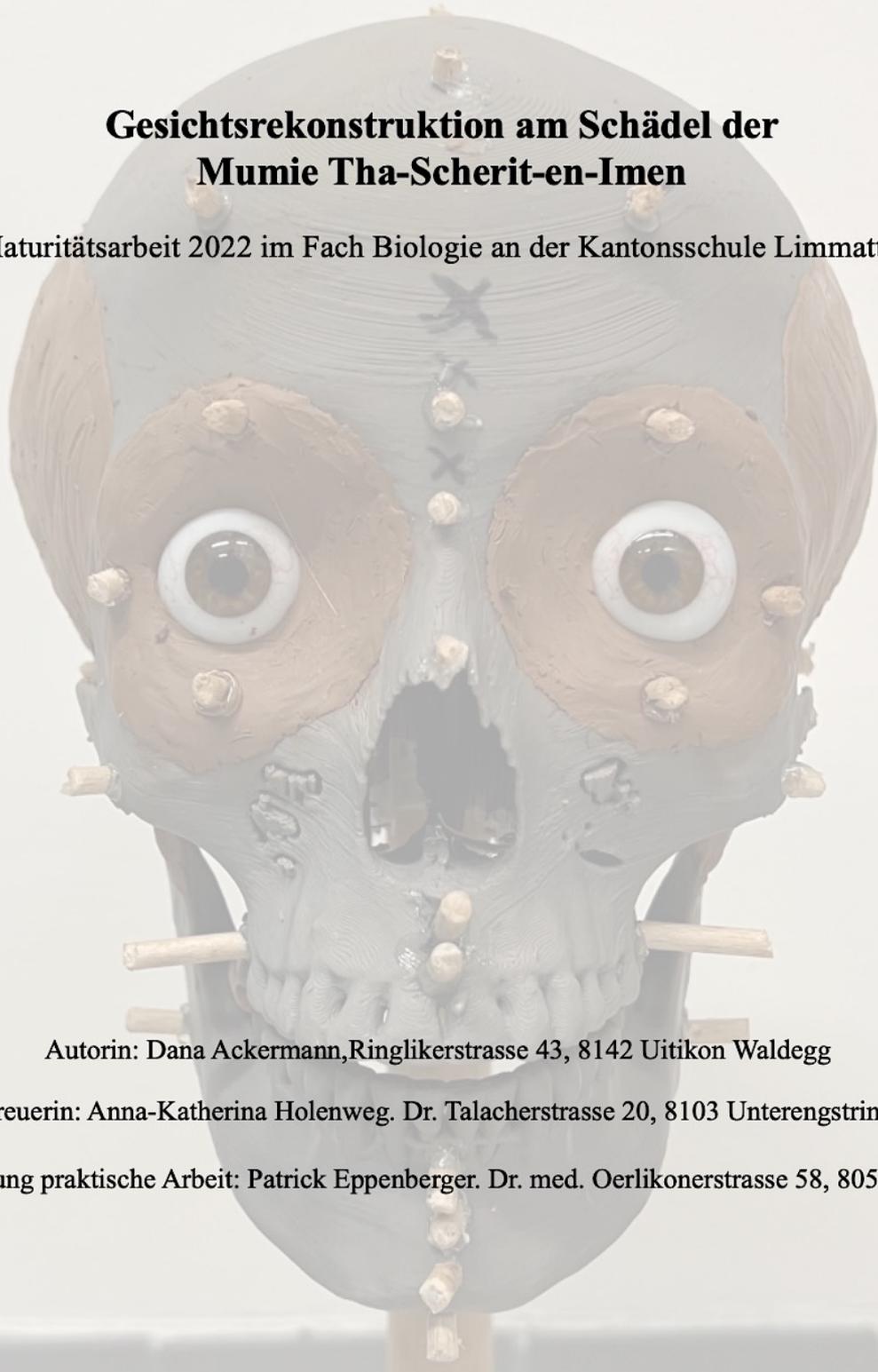


Gesichtsrekonstruktion am Schädel der Mumie Tha-Scherit-en-Imen

Maturitätsarbeit 2022 im Fach Biologie an der Kantonsschule Limmattal



Autorin: Dana Ackermann, Ringlikerstrasse 43, 8142 Uitikon Waldegg

Betreuerin: Anna-Katherina Holenweg, Dr. Talacherstrasse 20, 8103 Unterengstringen

Betreuung praktische Arbeit: Patrick Eppenberger, Dr. med. Oerlikonerstrasse 58, 8057 Zürich

Gesichtsrekonstruktion am Schädel der Mumie Tha-Scherit-en-Imen

Eine Maturitätsarbeit an der
KANTONSSCHULE LIMMATTAL

vorgelegt von

DANA ACKERMANN

Klasse M6b

Im Fach Biologie

betreut von

Anna-Katherina Holenweg, Dr.

Durchführung der praktischen Arbeit am Institut für evolutionäre Medizin der
Universität Zürich, bei

Dr. med. Patrick Eppenberger

Betreuung an der Kantonsschule Limmattal durch

Dr. Anna – Katherina Holenweg

Zusammenfassung

In der folgenden Arbeit widme ich mich der Mumie Tha-Scherit-en-Imen.

Die Mumie kommt ursprünglich aus Ägypten und stammt vermutlich aus der Grabstätte Akhmim. Die Mumienhülle entstand zwischen 824-780 vor Christus. Die Mumie wurde im Jahr 1887 aus Kairo in die Schweiz importiert und ist seither im Besitz der Gemeinde Brissago TI.

Tha-Scherit-en-Imen wurde anhand der im Schoss gefalteten Hände und der Schädelform als Frau identifiziert. Nach Analyse des Gebisses verstarb sie im Alter von 27-35 Jahren. [4]

Mein Ziel war es, mit einer wissenschaftlich etablierten Methode, ein möglichst lebensrechtes Gesicht zu formen. Die forensische Gesichtsrekonstruktion hat den Zweck, durch Nachbildung der Gesichtszüge eine Identifizierung verwesener oder skelettierter menschlicher Schädel zu ermöglichen. Dabei spielt die Rekonstruktion der Gesichtsmuskulatur eine wichtige Rolle [2]. Die Entwicklung der Methodik hat die zweidimensionale zeichnerische Form und die dreidimensionale plastische Form hervorgebracht.

Bei der plastischen Methode steht die russische, auch Manchester Methode genannt, an erster Stelle. Sie ist die meist verwendete Methode mit den besten Ergebnissen.

Ein Hauptaspekt diktiert die Bestimmung der Gesichtsstruktur.

Es ist die ethnische Herkunft, die die Schädelform und damit die Basis festlegt. Die Ethnizität bestimmt auch die lokalen Gewebsdicken. Ebenso bestimmen, stark prägend, alle knorpeligen Elemente wie Nase und Ohren, die am Schädel nicht mehr sichtbar sind, das Aussehen.

Ich fertigte einen 3-D Druck des Schädels an und modellierte die Muskulatur mit Hilfe von Stäbchen, welche die durchschnittlichen Gewebsdicken anzeigen, nach. Für die durchschnittliche Gewebsdicke wurde eine spezifische Tabelle der entsprechenden Ethnik konsultiert. Die Anatomie der Gesichtsmuskulatur musste so genau wie möglich stimmen, denn jede kleine Abweichung und jeder Fehler wären im Endprodukt bezüglich der Gesichtsproportionen deutlich sichtbar. Die anatomisch präzise Modellierung der Muskulatur erfolgt nicht bei jeder Gesichtsrekonstruktion, sondern wird aus Gründen der Zeitersparnis minimiert. Um den Arbeitsprozess deutlich zu machen, habe ich jeden Muskel und jede Drüse nachmodelliert und die einzelnen Stadien der Rekonstruktion fotografiert.

Das Endprodukt zeigt eindeutig das Gesicht einer Frau. Man erkennt die prominente Nase, welche typisch für die Ägypter war. Anhand der Schädelanatomie nimmt man zu Beginn an, dass die Frau aufgrund ihrer Herkunft sehr filigran war. In der vollendeten Rekonstruktion wirkt sie jedoch ein wenig grober und männlicher.

Ob die Nachbildung der echten Person hoch präzise so ausgesehen hat, kann natürlich nicht überprüft werden, denn es ist weder ein Bild noch eine andere Rekonstruktion von ihr vorhanden, mit dem sie verglichen werden kann. Trotzdem erzeugt eine korrekt durchgeführte Rekonstruktion ein zuverlässiges Resultat.

Faszinierend ist es allemal, nur anhand eines Schädels ein Gesicht zu rekonstruieren, das im Endeffekt mit hoher Wahrscheinlichkeit der Realität entspricht.

INHALTSVERZEICHNIS

1. <u>EINLEITUNG</u>	1
1.1 THEMENWAHL	1
1.2 HERKUNFT, ALTER UND GESCHICHTE DES SCHÄDELS	1
1.2.1 HERKUNFT	1
1.2.3 GESCHICHTE	2
1. <u>GRUNDLAGEN DER GESICHTSREKONSTRUKTION</u>	3
2.1 ALLGEMEIN	3
2.2 ZWEIDIMENSIONALE METHODE	4
2.3 DREIDIMENSIONALE METHODEN	4
3. <u>BESTIMMUNG DES ALTERS, GESCHLECHTS UND ETHNIE</u>	6
3.1 ALTERSBESTIMMUNG	6
3.2 GESCHLECHTSBESTIMMUNG	8
2.3 ETHNIENBESTIMMUNG	9
4. <u>ABLAUF DES REKONSTRUKTIONSPROZESSES</u>	10
4.1 MATERIAL	10
4.2 METHODE	10
4.3 MUSKELMODELLIERUNG	12
4.3 HAUTMODELLIERUNG	17
5. <u>REFLEXION</u>	19
6. <u>DANKSAGUNG</u>	20
7. <u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	21
8. <u>BILDVERZEICHNIS</u>	22
9. <u>EINHALTUNG RECHTLICHER VORGABEN</u>	23

1. Einleitung

1.1 Themenwahl

Nach einem Besuch im Naturhistorischen Museum Basel und dem Kulturama in Zürich war ich von den Gesichtsrekonstruktionen der ausgestellten Urmenschen fasziniert. Spezifisch war ich von der Gesichtsbildung eines Neandertalers gefesselt. Wie es möglich war, dieses Gesicht nachzubilden, ohne exakte Vorlagen und ohne zu wissen, wie dieser Mensch damals aussah, fand ich äusserst spannend. Mit nur einem Schädel als Basisinformation, entstand ein lebensechtes Gesicht.

In der Paläontologie wird auch die physiognomische Entwicklung des menschlichen Gesichtes über Jahrtausende der Evolution untersucht und erforscht [1]. In der Kriminalistik dagegen wird die Gesichtsrekonstruktion verwendet, um die Identität eines Opfers zu bestimmen. Vor allem die Kriminalistik hat die Methoden der Gesichtswiederherstellung vorangetrieben [2]. Die Paläontologie nutzt dieses Wissen, um, wie zum Beispiel in meiner Arbeit, die Wissenslücke über das Aussehen einer Mumie aufzufüllen.

Beide Wissenschaften finde ich äusserst spannend.

Ich war von der forensischen Kriminalistik ohnehin schon immer fasziniert.

Nach längeren Recherchen entschied ich mich für eine Gesichtsrekonstruktion eines Schädels. Zu Beginn wollte ich den anatomisch präparierten Schädel, welcher in der Zahnarztpraxis meines Vaters vorhanden war, rekonstruieren.

Auf der Suche nach externen Fachpersonen, die mich bei meiner Arbeit unterstützen würden, nahm ich den Kontakt zur Direktorin des Kulturamas Dr. Claudia Rütsche wieder auf. Das Kulturama verfolgte ein Projekt mit einer Mumie. In diesem Zusammenhang machte Frau Dr. Rütsche mich mit Dr. Patrick Eppenberger, Leiter der Paläopathologie und Mumienstudiengruppe der Universität Zürich bekannt.

Er berichtete mir, dass diese Art von Schädel aus der Praxis meines Vaters keine Rarität sei und für eine Gesichtsrekonstruktion nicht besonders interessant ist.

Er offerierte mir die Möglichkeit im Rahmen einer Studie an einer altägyptischen Mumie solch eine Gesichtsrekonstruktion durchzuführen. Die Mumie wird schliesslich im Kulturama Zürich ausgestellt und meine Gesichtsrekonstruktion soll ein zusätzlicher Teil des Exponates werden. Die Aussicht auf dieses Projekt übertraf alle meine Erwartungen.

1.2 Herkunft, Alter und Geschichte des Schädels

1.2.1 Herkunft

Der Schädel, der beim Gesichtswiederaufbau gebraucht wird, stammt von einer altägyptischen Mumie.

Anhand der Hieroglypheninschrift am Sockel der Mumie wurde entziffert, dass es sich um eine Person namens Tha-Sherit-en Imen handelt. Die Verzierungen und Art der Malerei auf der Kartonage (Umhüllung der Mumie) deuten darauf hin, dass die Frau in Theben, der Hauptstadt Ägyptens, gewohnt hat. Aufgrund des Blattgoldes am oberen Teil der Kartonage nimmt man an, dass sie einen hohen sozialen Rang inne hatte und wahrscheinlich in einem Tempel arbeitete.[3]

1.2.2 Alter

Durch ein Computer Tomogramm (CT) wurde der Schädel und das Skelett als das einer Frau identifiziert. Ein weiterer Indikator, dass es sich um eine weibliche Mumie handelt, ist die Position der Hände. Diese sind nicht wie bei männlichen Mumien über der Brust gekreuzt, sondern im Schoß gefaltet, was die charakteristische Bestattungshaltung einer Frau war.

Anhand der Skelettabnutzung und weiterer Befunde wie Abrasion und Erosion der Zähne, sowie der Form des Schambeins und des Verknöcherungsgrades der Schädelnähte, wurde das Alter der Frau auf 27-35 Jahre geschätzt. Mithilfe der unten beschriebenen C-14 Methode konnten die Proben der Bandagen und des Sarkophags dem Zeitraum 824-780 vor Christus zugeordnet werden.[3]

Die Radiokarbonmethode, auch C14-Datierung oder Radiokarbondatierung genannt, ist ein Verfahren zur radiometrischen Datierung kohlenstoffhaltiger, insbesondere organischer Materialien. Der zeitliche Bereich, in dem die Methode eingesetzt werden kann, beginnt ab 300 Jahren nach dem Stoffwechsellstopp und ist bis etwa 60.000 Jahre danach möglich. Weiter zurückliegende Bestimmungen sind wegen Fehlen, der inzwischen zerfallenen C14 Isotopen, nicht mehr möglich.[1],[4]

Das Verfahren beruht darauf, dass in abgestorbenen Organismen der Anteil an gebundenen radioaktiven C14-Atomen gemäß des Zerfallsgesetzes linear abnimmt. Lebende Organismen sind von diesem Effekt nicht betroffen, da sie ständig neuen Kohlenstoff aus der Umwelt aufnehmen, mit welchem wieder der normalen Anteil an C-14 Atomen aufgenommen wird. Dieser „normale Anteil“ ist trotz des ständigen Zerfalls nahezu konstant, da das C-14 Isotop ständig in der oberen Atmosphäre neu gebildet wird.[1],[4]

1.2.3 Geschichte

Seit dem Jahr 1887 befindet sich die Mumie in der schweizerischen Gemeinde Brissago im Tessin. Damals wurde sie vom italienischen Hotelbesitzer Zaccharia Zanoli in Kairo (Ägypten) für wenige Pfund erworben und dann in seinem privaten Museum in Brissago ausgestellt.

Zuvor erlitt die Mumie durch Grabräuber, die Grabstätten plünderten, bereits einige Schäden. Zudem wurde sie zusätzlich beschädigt als Zanoli die Kartonage aus purer Neugier aufschneiden liess. Während einem der vielen Transporte gingen, sogar die Füße verloren. Am Kopf der Kartonage wurden römische Verzierungen entdeckt. Die Hülle der Mumie wurde also ständig repariert, neu verziert und modifiziert, was zu einer Mischung von Dekorationen aus einer langen Zeitspanne führte.

Als Todesursache gilt eine antemortem Verletzung der Schädeldecke, welche sehr wahrscheinlich durch einen starken Schlag auf den Kopf zugefügt wurde. Wäre die Verletzung nicht letal gewesen, würde am Rande der Verletzung ein Knochenheilungsprozess sichtbar sein. Dies ist aber nicht der Fall. Dass die Verletzung oberhalb der Hutkrempe liegt, lässt auf eine gezielte Gewalteinwirkung schliessen. Das Gehirn, welches normalerweise entfernt wurde, ist noch vorhanden und ist massiv geschrumpft. [3],[5]

Zurzeit wird die Mumie in Neuenburg untersucht und bestmöglich für die Ausstellung im Kulturama restauriert.

Ort der Restauration ist die Hochschule « Haute École de Conservation-Restauration Arc » in Neuenburg.



Abb. 1a und 1b: Die Mumie Tha-Scherit-en-Imen in Neuchâtel, Im Haute École de Conservation-Restauration Arc, Neuchâtel

1. Grundlagen der Gesichtsrekonstruktion

2.1 Allgemein

Um eine Person nach dem Tod zu identifizieren, werden vier Hauptmethoden verwendet. Der DNA-Abgleich, die Fingerabdrücke, der Zahnstatus-Abgleich und der Vergleich von Röntgenbildern. Haben diese Methoden keinen Erfolg, kann der Gesichtsaufbau zur Identifizierung helfen. Der Gesichtsaufbau ist jedoch nur notwendig, wenn die unbekannte Person nicht in einer Datenbank gespeichert ist oder wenn die Zersetzung des Körpers bereits über den Grad des möglichen Datenabgleichs hinaus fortgeschritten ist. [2]

Bei einer Gesichtsrekonstruktion gibt es drei wesentliche Punkte, die äusserst genau befolgt werden müssen.

Die durchschnittliche Dicke des Weichgewebes im Gesicht, die Einschätzung der Gesichtszüge sowie der plastische Aufbau der Muskulatur und Haut [2]. Sobald anhand der Schädelform die Ethnie festgelegt ist, ist eine sinnvolle Rekonstruktion möglich. Die Muskeln werden der Form und Struktur des Schädels angepasst. Bei Abweichungen zum Durchschnitt haben sie Auswirkungen auf die Optik des Gesichtes. Wenn zum Beispiel am Unterkieferwinkelrand Knochenauswucherungen zu beobachten sind, deutet dies darauf hin, dass das Individuum ein Mensch mit Bruxismus (heftiges Pressen oder Knirschen der Zähne) war. Demzufolge muss der *Musculus masseter* ausgeprägter geformt werden, was zum typischen breiteren Untergesicht führt [1].

Die Symmetrie, Grösse und Form der Nase wird primär anhand der ethnischen Zugehörigkeit und sekundär anhand der Form und Grösse der *Apertura piriformis* [1] (birnenförmige Nasenöffnung) festgelegt.

Ob der Tote eher tiefliegende oder hervorstehende Augen hatte, kann man mittels der Augenhöhlenform feststellen. Das Gebiss, respektive die Zähne (Zahngrösse und Zahnposition), bestimmen die Lippenform und die Mundbreite.

Die Ohren sind das Anspruchsvollste an der gesamten Gesichtsrekonstruktion, denn man kann die Grösse und Form nur ungefähr anhand des typischen und häufig vorkommenden ethnischen Erscheinungsbildes bestimmen. Das Ziel einer Gesichtsnachbildung ist es, durch das Modellieren der Muskulatur, basierend auf der entsprechenden Schädelstruktur, einen realen Eindruck der verstorbenen Person zu kreieren. Das Gesicht des Toten, dem Original so ähnlich wie möglich zu gestalten, so dass es durch Freunde oder Familie erkannt werden kann, ist das Ziel der Forensik.[2]

2.2 Zweidimensionale Methode

Gesichter können unterschiedlich rekonstruiert werden. Aus diesem Grund gibt es vielfältige Methoden. Man unterscheidet zwischen zwei verschiedenen Verfahren, der zweidimensionalen und der dreidimensionalen Rekonstruktion.

Bei der zweidimensionalen Methode handelt es sich um das zeichnerische Vorgehen. Dabei werden lebensgrosse, frontale und laterale Fotografien des Schädels verwendet. Auf die Fotografie wird die durchschnittliche Gewebsdicke aufgezeichnet. Den Gewebsdicken entsprechend wird dann das Gesicht gezeichnet (Abb. 2). Diese 2D Methode bildete die Grundidee für das 3D Verfahren. Das 2D Procedere ist extrem einfach und schnell durchgeführt und spart erheblich Zeit. [6]

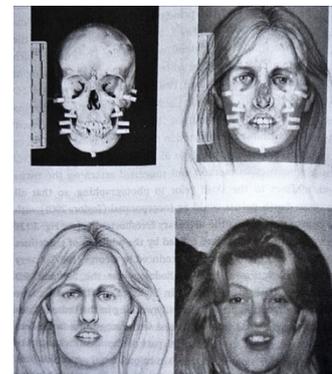


Abb. 2: Beispiel einer 2D-Rekonstruktion

2.3 Dreidimensionale Methoden

Die dreidimensionale Rekonstruktion kann wiederum in drei weitere Methoden aufgeteilt werden. Die russische Methode oder auch Manchester Methode, die Computergestützte Methode und die amerikanische Methode. Man nennt die Rekonstruktionen dreidimensional, da eine räumliche, nahezu wahrheitsgetreue Kopie des originalen Schädels angefertigt wird.

Michail Gerasimov, ein russischer Anthropologe, versuchte das Aussehen von verstorbenen Individuen mit einer selbst entwickelten Arbeitsweise (heute Manchester Methode genannt) nachzubilden. Nach dem Erstellen eines Duplikats des Schädels werden alle Gesichtsmuskeln, Drüsen und untere Hautschichten einzeln auf den Schädel modelliert.

Als Modelliermasse können verschieden Materialien verwendet werden, jedes Material hat seine eigenen Vor- und Nachteile. Am meisten wird Ton verwendet, es kann aber auch Wachs und Plastilin (braune Modelliermasse) verwendet werden.

Als Richtlinien für die Gewebsdicken werden kleine Stäbchen mit definierten Längen aus Tabellen, den ethnischen Gruppe entsprechend, auf die wichtigsten, der vielen forensischen Gesichtspunkte, gesetzt. Über diese fein modellierte Struktur wird eine dünne Hautschicht angebracht. Diese Schicht wird glattgestrichen, sodass eine möglichst ebene Oberfläche entsteht, die der *Epidermis* (Haut) gleichen soll.

Dabei ist es nach Gerasimov wichtig, das Alter und die Lebensweise der Person mit einzubeziehen. [6] Je nach Alter, Habitus und Ernährung kann sich die Fülle, also die Dicke der Muskulatur, Drüsen und Fettschichten stark unterscheiden. Eine ältere Person hat aufgrund des Fettverlustes weniger pralle Wangen als ein Jugendlicher. Bei sportlichen Menschen, die viel essen, ist zum Beispiel der Kaumuskel viel ausgeprägter, was dem ganzen Gesicht mehr Masse verleiht. [3]

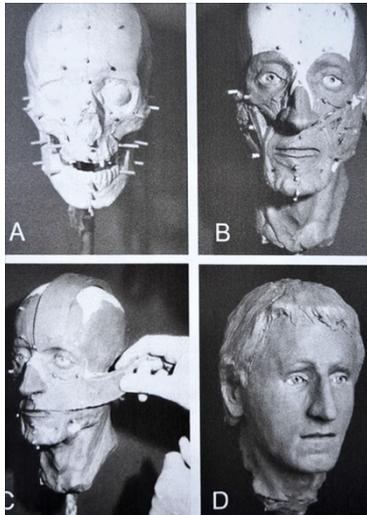


Abb. 3: Schritte (A-C) einer Gesichtsrekonstruktion mit der russischen Methode

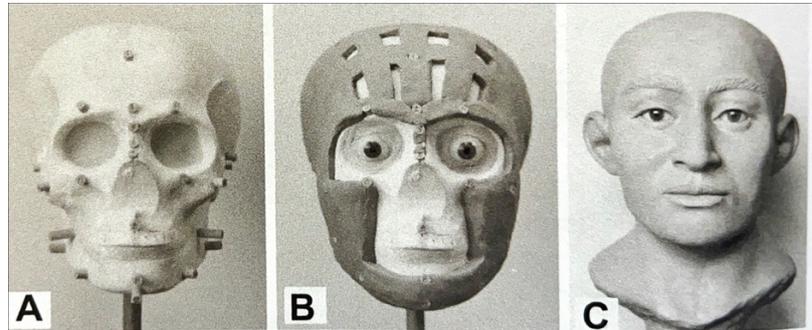


Abb. 4: Schritte (A-C) einer Gesichtsrekonstruktion mit der amerikanischen Methode

Wie auch bei der russischen Methode, werden bei der amerikanischen Methode kleine Stäbchen mit genau definierten Längen an das Schäfelduplikat angebracht. Danach werden aber nicht die einzelnen Muskeln und Drüsen modelliert, sondern die Stäbchen werden direkt mit der gesamten Modelliermasse auf der entsprechenden Höhe aufgetragen. Danach wird auch wie bei der russischen Methode die Haut appliziert. Die Gesichtsstruktur wird dann zwischen den Plastilinstreifen ausmodelliert. [6]

Eine weitaus zeitsparendere dreidimensionale Methode ist die Computergestützte. Als Grundlage wird dabei ein CT-Scan oder etwas ähnliches verwendet. Ähnlich wie bei den anderen zwei Rekonstruktionsarten werden dann die Gewebsdicken eingetragen. Dies geschieht jedoch digital und wird dann vom Computerprogramm als Grundlage für das Erstellen der Muskulatur und Sinnesorgane verwendet. Diese Rekonstruktion spart zwar Zeit, setzt aber ein hohes Computer- und Programmierungswissen voraus. Spätere Veränderungen sind hier sehr einfach durchzuführen, was bei den plastischen Modellierungen nicht der Fall ist. Zudem erzielt diese Methode ein wenig realistisches Bild, was zu Schwierigkeiten bei einer Identifizierung führen könnte. [6],[7]

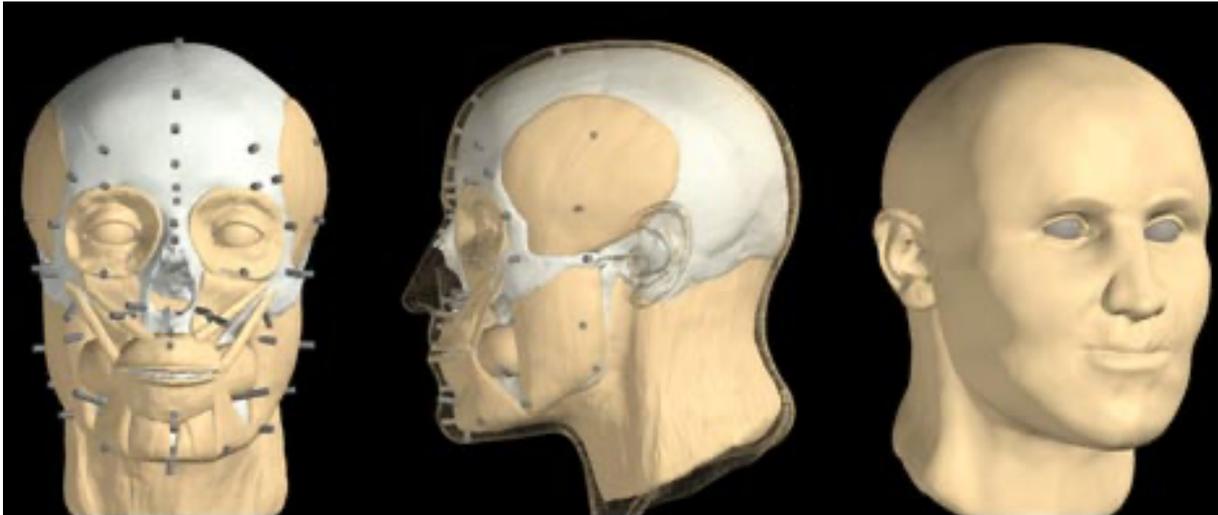


Abb.5: Beispiel einer computergestützten Gesichtsrekonstruktion

Vergleicht man mehrere Rekonstruktionen einer gleichen Person, sieht man, dass sich jede Rekonstruktion unterscheidet. Dies hängt nicht nur von der künstlerischen Fähigkeit und Erfahrung des Rekonstruktors ab, sondern auch von der Methodik und Untersuchung des Schädels und dessen Knochenstrukturen.

3. Bestimmung des Alters, Geschlechts und Ethnie

3.1 Altersbestimmung

Der Schädel ist der wohl am meisten untersuchte Teil des Skelettes des Menschen. Besonders weil er sich von Individuum zu Individuum unterscheidet. Unter vielen individuellen Unterschieden sind Alter, Geschlecht und Ethnie die drei wichtigsten Faktoren, um einem Verstorbenen wieder ein so realistisch wie mögliches Gesicht geben zu können.

Sind Teile eines Schädels nicht vorhanden, kann sich das Einteilen in die ethnischen Kategorien drastisch erschweren. Ein völlig intaktes Skelett kann bis zu 98 Prozent genau einem Geschlecht zugeordnet werden. Es ist möglich das Alter mit einer Abweichung bis zu 5 Jahren und mit hoher einer hohen Wahrscheinlichkeit in eine der drei Hauptethnien (Kaukasisch, Mongolisch, Afrikanische Herkunft) einzuordnen.[8]

Das Alter kann akkurat anhand der Zähne abgeschätzt und errechnet werden. Unter anderem ist die Analyse und Berechnung des Verknöcherungsgrades der Schädelnähte ein Indikator für das Alter. Weil sich die Schädelnähte jedoch von Mensch zu Mensch unterscheiden, gelten sie als nicht sehr zuverlässige Altersbestimmungsmerkmale. Vor allem bei jüngeren Individuen, bei denen der Schädel noch nicht komplett ausgewachsen ist, kann sich eine Alterseinschätzung anhand der Schädelnähte als schwierig erweisen. Darum wird meist ein Zahnabgleich bevorzugt.[7]

Um das Alter des Individuums anhand des Verknöcherungsgrades der Schädelnaht zu bestimmen, wird die Kranznaht (C1 – 3) und Lambdanaht (L1-L3) in drei Abschnitte und die Pfeilnaht (S1-S4) in vier Abschnitte unterteilt. Jeder der Abschnitte wird dann einem Verknöcherungsgrad von 0-4 zugeteilt. Dabei ist 0 (rot) der tiefste Verknöcherungsgrad und 4 (grün) der Höchste (Abb. 6). Bei diesem Vorgehen werden die jeweils zugeteilten Werte addiert und anschliessend durch 16 geteilt. Der dadurch ermittelte Wert des Verknöcherungsgrades erlaubt eine grobe Einschätzung des Alters. Liegt dieser Wert zwischen 0.4 und 1.5 so ist der Lebensaltersbereich zwischen 15 und 40 Jahren. Das errechnete mittlere Alter liegt dann bei 28.6 Jahren. Ist der Wert über 4.0, so ist der Altersbereich zwischen 50 und 80 Jahren mit einem mittleren Alter von 65.4 Jahren.[7] Diese Werte zeigen, dass die Einschätzung nur sehr grob erfolgen kann und deshalb die Analyse des Gebisses mehr Sinn ergibt.

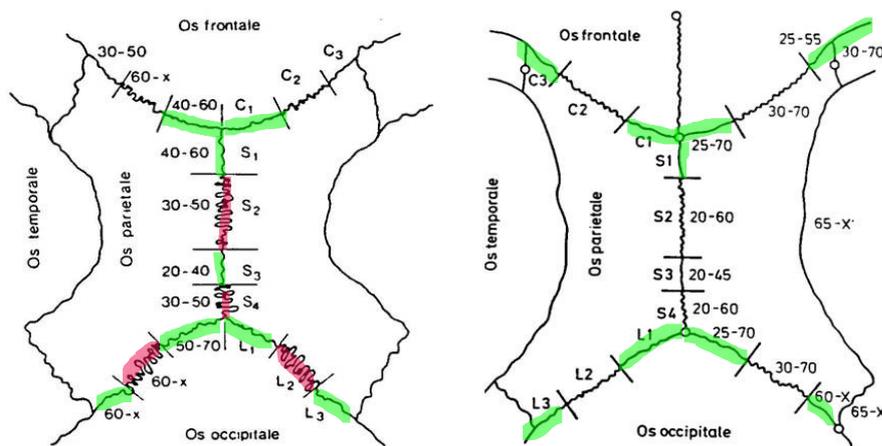


Abb. 6: Schematische Darstellung der Schädelnähte in verschiedenen Verknöcherungsphasen und den jeweiligen Altersangaben in Jahren

Vor der Altersbestimmung anhand der Zähne, muss zunächst geklärt werden, ob die Entwicklung der bleibenden Zähne abgeschlossen ist. Das Alter kann durch den Entwicklungsstand bei noch vorliegenden Milchzähnen recht genau festgelegt werden. Nach dem Verlust von Milchzähnen wird das Wurzelwachstum der bleibenden Zähne zum wichtigsten Anhaltspunkt. Auch wird der Zustand der Zähne und deren Abnutzung analysiert. [1] sind die Milchzähne noch nicht durchgebrochen, so liegt das Alter unter sechs Jahren. Sind die bleibenden Zähne knapp vollständig oder voll durchgebrochen, liegt das Alter zwischen sieben und 14 Jahren. Sind die bleibenden Zähne jedoch vollständig durchgebrochen, d.h. die Weisheitszähne sind ebenfalls sichtbar, so liegt das Alter zwischen 14 und 25 Jahren. Ist die Entwicklung aller bleibenden Zähne somit auch den Weisheitszähnen vollständig, so werden weitere Untersuchungen durchgeführt. Anhand des allgemeinen Zustandes, die Vollständigkeit des Gebisses, Abrasion (Abnutzung), Verfärbungen und Mängel wie Implantate (Produktionsjahre) und Füllungen (Material) kann man das Alter weiter einschränken. [7]

3.2 Geschlechtsbestimmung

Die Bestimmung des Geschlechtes, nur anhand des Schädels, kann sich jedoch als problematisch erweisen. Beide Geschlechter haben viele überlappende Merkmale. Das Alter, die Umwelt und pathologische Veränderungen können die Bestimmung negativ beeinflussen. [8]

Der erste Eindruck spielt die grösste Rolle. Ein grosser Schädel gehört meistens einem Mann und ein kleiner meist einer Frau. Der weibliche Schädel ist normalerweise runder und filigraner als der des Mannes. Bei Kindern ist es schwerer das Geschlecht zu bestimmen, da sich der Schädel ständig verändert und noch nicht ausgewachsen ist. Darum kann man bei jungen Kindern oft nicht unterscheiden, ob es ein Junge oder ein Mädchen ist.

Die meisten Unterschiede zwischen den Geschlechtern findet man im Alter von 20 bis 55 Jahren. Die Stirn des weiblichen Schädels ist höher, glatter und runder als die des männlichen Schädels. Beim Mann ist das Stirnbein weitaus ausgeprägter und die Augenhöhlen sind kleiner im Vergleich zum Rest des Schädels. Wangenknochen stehen zudem prägnanter hervor und das Kinn ist eher prominent eckig. Männer haben meist stärker definierte Muskelansätze. So zum Beispiel beim Unterkieferwinkel. Nur weil es solch klare Merkmale gibt, heisst dies nicht, dass man jeden Schädel genau einem der beiden Geschlechter zuordnen kann. Es gibt Frauen mit männlicheren Zügen und umgekehrt Männer mit weiblicheren Zügen. [8]

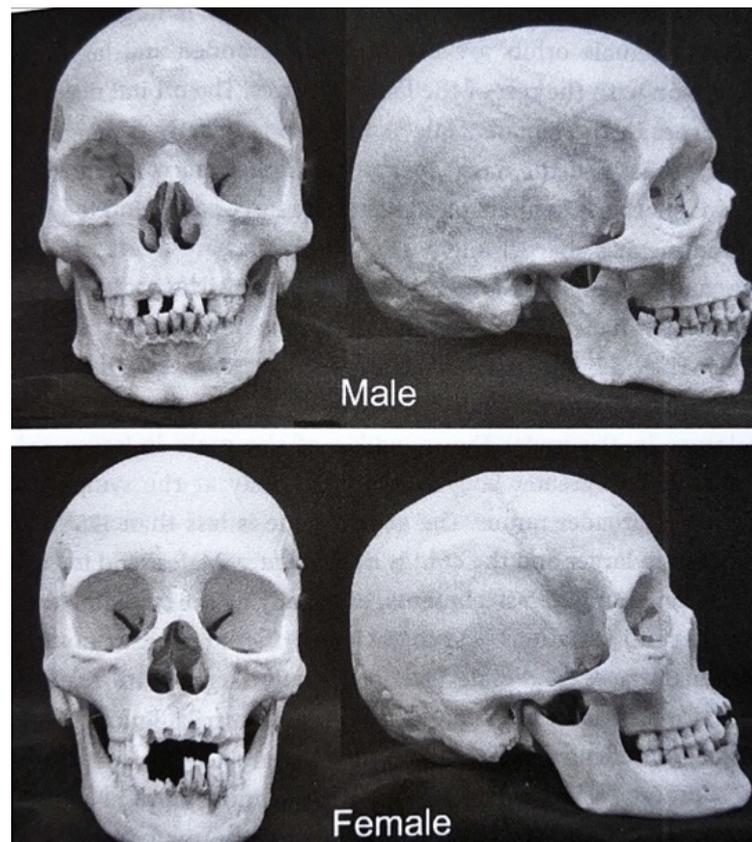


Abb. 7: Männlicher und Weiblicher Schädel im Vergleich

2.3 Ethnienbestimmung

Der kaukasische Schädel hat eine längliche bis abgerundete Form mit einer schmalen Nasenöffnung, kleinere Augenhöhlen, jedoch generell stumpfe, und seitlich scharfen Augenhöhlenränder, einem eingedrückten Nasenansatz, kantigen Wangenknochen und einer eher hervorstehenden Stirn. Ein tendenziell eckiges Kinn und eine generell eckige oder quadratische Grundform des Schädels wird als typisch kaukasisch gewertet.

Der Schädel afrikanischer Herkunft hat ebenfalls eine längliche Kopfform mit einer typisch breiteren Nasenöffnung, einem wellenförmigen Augenbrauenknochen, eine niedrige abgerundete Nasenwurzel und scharfe obere Augenhöhlenränder. Diese Merkmale führen zu einer volleren runderen Stirn und einer flacheren Kontur. Der Unter- und Oberkiefer sind breiter, was zur typisch breiteren und volleren Mundform führt.

Der mongolische Schädel zeigt eine runde Kopfform mit einer mittelbreiten Nasenöffnung, abgerundeten Augenhöhlenrändern, starke Wangenknochen, schwachen oder fehlenden Eckzahngruben, fehlenden Brauenknochen und einem flachen Jochbein. Das Gesicht wirkt flacher, breiter und kantiger mit markanten Wangenknochen und einem geraden Profil. Natürlich können sich diese Merkmale nach Herkunft, Stammbaum und Region unterscheiden. Die prominentesten Unterschiede bleiben jedoch meist bestehen.[8]

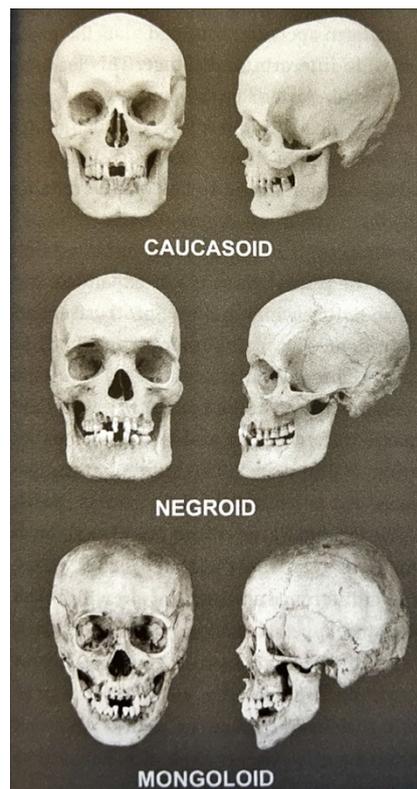


Abb. 8: Unterschied kaukasischer, afrikanischer und mongolischer Schädel

4. Ablauf des Rekonstruktionprozesses

4.1 Material

Für die Fixation und Positionierung des gedruckten Schädels wird eine Holzplatte mit einem Holzstab in der Mitte verwendet. Für die Modellierung benutze ich ein Skalpell, einen Masstab, Tonwerkzeuge, ein Stäbchen (2mm Durchmesser), einen wasserfesten Stift, Heissleim und die braune Modelliermasse (Clay), auch Plastilin genannt. Diese Masse wird auf 50° Celsius erhitzt, sodass sie geschmeidig und weich wird und man damit die Muskulatur optimal formen kann. Bei Raumtemperatur erlangt der Clay wieder eine gewisse Festigkeit. Es wird ein 3D-Druck des Schädels angefertigt. Bei diesem wird mit Hilfe des Programms «Rhinceros extra» für die Halterung ein Loch positioniert. Danach schickt man das programmierte 3D Konstrukt als Auftrag an den 3D Drucker. Der Schädel wird dann aus Laminat gedruckt, dies dauert ca. 72 Stunden.



Abb. 9: Fertiger 3D Druck des Schädels

4.2 Methode

Für diese Rekonstruktion wird die Manchester- respektive die russische Methode genutzt. Als Augen werden vorgefertigte Glasaugen verwendet. Weil man aufgrund des Schädels davon ausgehen kann, dass die Person eher kleinere Augen hatte, werden anstelle von normalen Augen mit 24mm Durchmesser, Augen von 22mm Durchmesser benutzt. Diese setzt man als erstes mit dem Clay ein (Abb.10). Um zu prüfen, ob die Augen auf gleicher Höhe sind und nicht schielen, kann man mit einer Taschenlampe frontal in die Augen leuchten und wenn die beiden Glanzpunkte auf gleicher Höhe sowie symmetrisch sind, hat man die Augen perfekt eingesetzt. Zusätzlich sollte man bei den Augen beachten, dass der Augenabstand nach anatomischen Durchschnittswerten korrekt ist. Dies würde sonst dem Gesicht ein unnatürliches Erscheinungsbild geben. [3]

Alle forensischen Punkte (Abb.11), die Verwendung finden, werden als kleine Kreuze mit wasserfestem Filzstift auf den Schädel gezeichnet. Jeder dieser Punkte hat seine eigene Bezeichnung mit einer Abkürzung (Abb.11) und je nach Tabellenwert eine bestimmte Länge. Auf diese anthropologischen Punkte des Gesichtes werden die verschieden langen Holzstäbchen mit Leim befestigt. Diese Holzstäbchen zeigen die entsprechenden Gewebdicken an und müssen deshalb möglichst genau zugeschnitten werden. (Abb.12)



Abb. 10: Eingesetzte Glasaugen mit Clay Im 3D-Druck

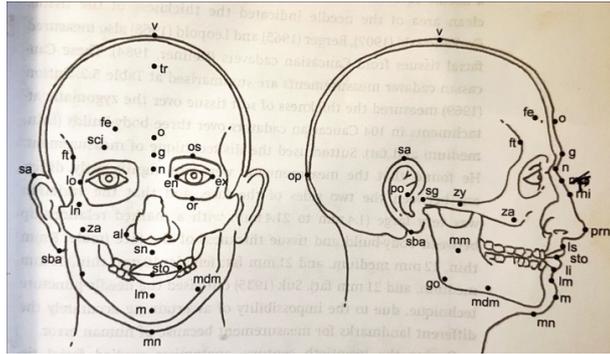


Abb. 11: Die anthropologischen Gesichtspunkte



Abb. 12: 3D-Druck des Schädels mit abgemessenen Gewebsdicken

Damit man weiss, welche Tabelle man verwenden soll, wird der Schädel einer der drei Ethnien (Kaukasisch, Mongolisch, afrikanische Herkunft) zugeteilt.

Dazu muss auch die Lebensweise und die Zeitalter berücksichtigt werden. Unser Schädel war eine Frau aus Altägypten und deshalb wird eine Tabelle [9], bei welcher die Köpfe von 30 Frauen indischer Herkunft mit MRI-Scans untersucht wurden, ausgewählt. Ab ca. 25 Individuen gilt eine Tabelle als zuverlässig. Diese Werte wurde ausgewählt, weil die heutigen Frauen aus Indien bezüglich der Figur, der Schädelform sowie der Körpergrösse den Frauen aus Altägypten entsprechen. Beide Körperformen sind genauso filigran, zierlich und eher schwächling. Wie beschrieben war die Tha-Scherit-en-Imen bei ihrem Tod ca. 27 bis 35 Jahre alt.

Für die Rekonstruktion geht man jedoch von einem Alter von 38 Jahren aus, da die Menschen früher schneller gealtert sind und dies Auswirkungen auf die Knochenstruktur hatte.[3]

Table 5.6 Facial tissue measurements using medical imaging techniques.

Facial points	Phillips and Smuts (1996) CT scans Mixed Race South Africans				Sahni (2002) MRI scans Indians				Auslebrook <i>et al.</i> (1996) Radiographs Zulus Ultra sound			
	Male (16)		Female (16)		Male (30)		Female (30)		Male (55)		Male (55)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Forehead	5.36	1.44	4.88	1.02	3.6 ^a	0.14	3.4	0.15	5.21	0.92		
Glabella	5.47	0.68	5.64	1.42	4.7 ^a	0.15	4.2	0.1	5.76	0.88	5.53	0.88
Nasion	4	2.42	4.68	2.35	5.1 ^a	0.12	4.6	0.14	7.03	1.11		
Midnasal									4.82	1.04		
Rhinion	2.88	1.08	2.78	0.91	2.1	0.1	2.1	0.16	3.08	0.58		
Subnasale									12.8	2.44		
Midphiltrum	12.25	2.97	10.13	2.48	11.4 ^a	0.2	9.2	0.33	12.1	1.63	9.79	1.68
Upper lip	13.16	2.51	13.63	3.7	9.6 ^a	0.1	8.6	0.18	14.61	2.17	9.52	1.44
Lower lip	10.43	1.69	12.45	2.31	12.5	0.15	12.8 ^a	0.2	16.38	1.96	10.3	1.42
Labiomental	12.02	2.07	11.7	1.66	9.6 ^a	0.13	9.5	0.14	12.87	1.65		
Mental	8.94	2.42	9.57	2.36	9.7 ^a	0.1	9.6	0.14	11.66	1.79	8.99	1.87
Menton	6.61	1.71	6.47	1.57	6.4	0.12	6.6 ^a	0.12	7.26	1.98		
Lateral forehead	4.51	1.4	4.78	1.74	4.5 ^a	0.15	4.1	0.15	5.37	1.01	4.79	0.72
Supraorbital	5.46	1.31	5.79	1.89	5.8 ^a	0.11	5.6	0.11	6.18	0.98	6.05	0.87
Infraorbital	5.97	2.87	6.42	3.83	4.5	0.2	4.7 ^a	0.22			6.56	1.88
Lateral orbit	7.54	1.49	8.25	2.52	6.2 ^a	0.26	5.9	0.24				
Upper molar	12.68	2.1	12.99	4.45	18.9	0.46	18.8	0.44				
Lower molar	13.13	5.31	11.88	5.95								
Zygomatic attach									7.97	1.77	7.02	1.05
Alare									8.18	3.28	9.47	2.16
Supracanine									11.73	1.4	15.38	2.6
Subcanine									12.08	1.59		
Midmandible											10.42	1.63
Zygomatic arch	6.49	2.5	9.3	3.21	5.4 ^a	0.22	4.4	0.23				
Midmasseter	19.06	9.08	21.26	8.37							18.05	1.69
Gonion	14.2	6.08	13.5	6.6	10	0.25	9.85	0.24				
Supraglenoid	9.1	4.04	8.44	3.84	8.9 ^a	0.19	7.55	0.24			5.91	1.35
Opisthocranium					6.4	0.24	6.3	0.22				

^a Significantly thicker by sex.

Abb. 13: Tabelle der durchschnittlichen Gesichtsgewebsdicken, Ethnie: Mongolisch

4.3 Muskelmodellierung

Der nächste Schritt der praktischen Arbeit besteht darin die gesamte Gesichtsmuskulatur zu rekonstruieren. Häufig wird das bei einer Gesichtsrekonstruktionen nicht so genau und detailliert gemacht. Für die vorliegende Arbeit ist es jedoch wichtig, um den Arbeitsprozess deutlich zu zeigen. Muskeln können sich je nach Lebensstil unterscheiden, darum wird aus der Tabelle der Durchschnitt genommen.

Als Vorlage für die Rekonstruktion habe ich das Buch «Facial Reconstruction» von Caroline Wilkinson verwendet [10]. Dort wird eine Rekonstruktion Schritt für Schritt beschrieben. Der einzige Nachteil dieses Buches ist, dass ein sehr kräftiger Mann rekonstruiert wurde. Daher sind die beschriebenen Muskeln eher zu dick. Während der ganzen Rekonstruktion musste darauf geachtet werden, diese nicht zu dick aufzutragen. Man muss sich stets bewusst sein, dass noch eine ganze Schicht Haut darüber gelegt wird.

Begonnen wird mit dem Schläfenmuskel (*Musculus temporalis*) (T), der auch Fächermuskel genannt wird. Er befindet sich an beiden Seiten des Schädels und hat die Form eines Fächers. Die Muskelfasern führen vom *Processus coronoideus* unter dem Jochbein hindurch zum Schläfenknochen. Er füllt den Raum hinter dem Jochbein aus und wird immer dünner je weiter er Richtung Oberfläche des Schädels kommt. Der *Musculus temporalis* verleiht dem Schädel aus frontaler Sicht ein rundes Aussehen (Abb.15). Danach wird mit Clay ein Trapez über dem Jochbein und dem unteren Rand des Unterkiefers angebracht. Dieser Muskel wird *Musculus masseter* (M) oder auch Kaumuskel genannt (Abb. 14). Aus frontaler Sicht spannt sich der Muskel von der unteren Jochbeingrenze, bis zu dem unteren Rand des Unterkieferwinkels. Die Stäbchen der Gewebsdicken am Unterkiefer können als Hilfe für die Grösse des Muskels gebraucht werden. Weil aber zusätzlich noch die Haut aufgetragen wird, sollten von diesen Stäbchen noch wenige Millimeter sichtbar bleiben.[10],[11]



Abb. 14: *M. temporalis* (T) und *M. masseter* (M) (links)



Abb. 15: *M. temporalis* (T) und *M. masseter* (M)



Abb. 16: *M. temporalis* (T) und *M. masseter* (M) (rechts)

Der *Musculus buccinator* (B) ist ein viereckiger Muskel, der hinter dem Unterkieferast beim *Processus alveolaris* (Zahnwurzelfortsatz des Kiefers der Ober- und Unterkiefermolaren) anfängt [1] und teilweise den Platz zwischen dem *Musculus masseter* und den Zähnen ausfüllt und bis zum Mundwinkel läuft und sich dort mit den Muskelfasern des *Musculus orbicularis oris* (O) und der Lippe verbindet. Der *Musculus buccinator* wird auch «Trompetermuskel» genannt, weil er der Muskel ist, der die Wange gegen die Zahnreihe drückt.

Der *Musculus orbicularis oris* ist ein kreisförmiger Muskel, welcher die Zähne überdeckt und die Mundöffnung sowie die Basis der Unter- und Oberlippe formt. Das Ende der Mundöffnung liegt dabei auf dem Eckzahn. Um eine möglichst natürliche Mundform zu erlangen, ist der einfachste Weg, diesen Muskel mit einer wurstähnlichen Clayrolle, die in einem Oval geformt und über die Zähne gelegt wird, zu modellieren. Diese kann dann leicht flachgedrückt werden. Die Mundwinkel sollten dabei auf einer strahlenförmigen Linie vom seitlichen Eckzahn her positioniert werden. Der *Musculus orbicularis oris* sollte als relativ dicker Muskel modelliert werden, da er den Raum zwischen dem Gewebe und den Zähnen füllt. Hier können die Stäbchen erneut als Hilfsmittel dienen. Es sollten wieder nur einige Millimeter von den Stäbchen sichtbar sein.

Der Mund kann je nach Zahnstellung des Individuums offen oder geschlossen modelliert werden. Hatte die Person wie beim vorliegenden Schädel einen leichten Überbiss, so ist es ratsam den Mund offen zu rekonstruieren, dabei sollte die obere Zahnreihe zur Hälfte sichtbar sein. Bei einem Überbiss ist ein leicht geöffneter Mund die entspannte Haltung. Auch bei anderen charakteristische Zahnmerkmalen, wie fehlenden Zähnen oder aufwändigen Zahndekorationen soll ein offener Mund rekonstruiert werden. Unnötig ist es, einen lächelnden Mund nachzuahmen, da die Zähne bei entspannter Haltung immer sichtbar sind.

Der *Musculus orbicularis oris* hat eine beträchtliche Masse und bildet eine J-Form im Profil, wo die Lippen am Muskel befestigt sind. Die J-Formen können modelliert werden, in dem zwei dünne Würste gerollt und über und unter der Mundspalte befestigt werden. Die Lippen sollten zu diesem Zeitpunkt noch nicht modelliert werden, da ihre Form durch die Wangenmuskulatur verändert wird. Die Lippen sollten erst konstruiert werden, wenn man die Hautschicht aufträgt. Mehrere Muskeln laufen im Mundwinkel zusammen und bilden eine knotenförmige deutlich spürbare Masse die als *modiolus* bekannt ist. Bei dieser Masse ist die Richtung der verschiedenen Muskelfasern unklar.

Der *Musculus mentalis* (M) führt aus der frontalen Schneidezahngrube des Unterkiefers zum Gewebe des Kinns. Dieser Muskel hat eine Kegelform und liegt unter dem *Musculus depressor anguli oris* (D).

Der *Musculus depressor labii inferioris* (L) ist vierseitiger Muskel, der vom unteren Rand des Unterkiefers zur Haut der Unterlippe geht. Dieser Muskel formt die seitliche Kinnform und überdeckt den *Musculus mentalis* im rechten Winkel. Dieser rechte Winkel bildet sich in Richtung des *Musculus mentalis*.

Der *Musculus depressor anguli oris* (D) Muskel ist ein fächerförmiger Muskel, welcher am unteren Rand des Unterkiefers beginnt und am zusammenlaufenden Knoten (*Modiolus*) aufhört. Dieser Muskel bildet die laterale (seitliche) [1] Kieferlinie. Er überdeckt die anderen zwei Muskeln und ist der oberflächlichste Kinnmuskel. Hier können wieder die Stäbchen der Gewebsdicken als Hilfe gebraucht werden, es sollten wieder nur einige Millimeter der Stäbchen sichtbar bleiben. [10],[11]



Abb. 17: *M. buccinator (B)*, *M. Orbicularis oris (O)*,
M. depressor anguli oris (D), *M. Depressor labii inferioris (L)*,
M. Mentalis (M), *M. Orbicularis Oculi (Oo)*

Der *Musculus orbicularis oculi* ist ein breiter, flacher, ringförmiger Muskel, (Abb.17) der die Augenlider überdeckt, die Augenhöhlen umgibt und sich nach oben über die Schläfenregion und nach unten über das Jochbein ausbreitet (Abb. 17). Im Schädel selbst sieht man die Struktur, wo dieser Muskel ansetzt. Die Ränder dieses Muskels werden durch die Form der Augenhöhle, der Stirn und des Oberkiefers bestimmt. Der beste Weg, um diesen Muskel zu modellieren ist es, erneut eine Wurstform zu rollen und um die Augenhöhlen zu legen. Eine kleine Rolle wird für oben und unten gebraucht. Die Wurst kann dann flachgedrückt und geglättet werden und führt so um die Ränder der Augenhöhlen. Dieser Muskel sollte nicht höher als die Augenbrauen und nicht weiter unten als das Jochbein sein. Um die Augenlider zu rekonstruieren kann man zwei kleine, flache, halbrundliche Plätzchen modellieren. Das ganze untere Augenlid hat eine S-Form. Das obere Lid überlappt am äusseren Augenwinkel das untere Augenlid leicht. [10],[11]

Musculus zygomaticus major und *Musculus zygomaticus minor* sind streifenähnliche Muskeln (Abb. 18), welche die Form der Wange bilden. Der *Musculus zygomaticus minor* beginnt an der Seitenfläche des Jochbeins und führt nach unten, um in die Oberlippe einzudringen. Der *Musculus zygomaticus major* beginnt ebenfalls beim Jochbogen und setzt dann im Mundwinkel an. An dieser Stelle läuft er mit allen anderen Muskeln zusammen. Die Jochmuskeln liegen je nach Form der Wangenknochen weiter hinten oder weiter vorne. Am besten modelliert man diese Muskeln als kleine Streifen. Es ist jedoch sinnvoll den Raum hinter den Muskeln zu füllen, damit die Wangen beim Auftragen der Hautschicht nicht einfallen. Den Raum kann man mit einer anderen Farbe von Clay mit kleinen rund geformten Kugeln gefüllt werden (Abb.20). Diese stellen die Parietaldrüsen (Pd) oder einfach Fettgewebe dar. [10],[11]

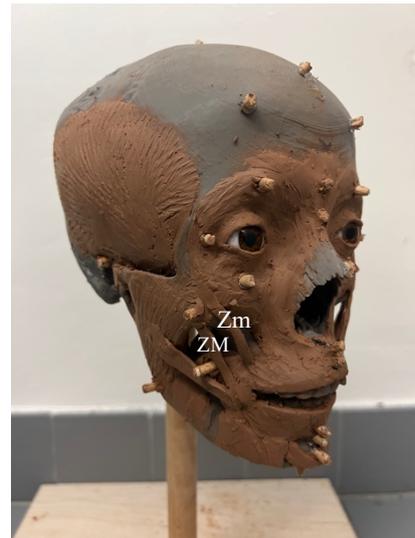


Abb. 18: *M. zygomaticus major* (ZM), *M. zygomaticus minor* (Zm)

Nach der Manchester Methode wird die Nase aus drei Tangenten gebildet. Die Tangenten der Nasenwurzeln und die des Nasenrückens werden verlängert, sodass ein Schnittpunkt entsteht, welcher die Länge der Nase definiert.[10] Eine bessere und genauere Methode für die Rekonstruktion der Nase ist die Lebedinskaya Methode. Dabei verbindet Linie A das Nasion (der tiefste Mittelpunkt des Nasenbeins) und das Prothion. Linie B ist parallel zu Linie A und schneidet den vordersten Punkt des Nasenbeins. Senkrecht zu dieser Linie B werden vier bis sechs Linien, mit gleichen Abständen, zwischen dem Nasenbein und der Basis der *apertura piriformis* gelegt. An jeder senkrechten Linie wird der Abstand von Linie B zum birnenförmigen Rand gemessen und gespiegelt. Diese gespiegelten Punkte, bilden zusammen verbunden das *septum nasale* (Nasenscheidenwand). Die Nasenflügel können dann mit zwei Schneckenförmigen Plastilinstreifen gebildet werden. [12]

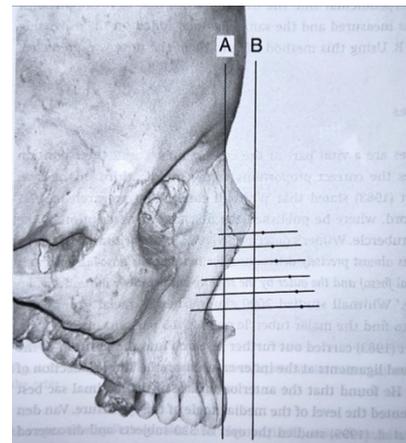


Abb. 19: Lebedinskaya Methode, der Bestimmung des Nasenprofils

Der *Musculus corrugator supercili* (c) ist ein kleiner pyramidenförmiger Muskel am Ende der Augenbraue. Dieser Muskel ist für den Rekonstruktionsvorgang nicht zwingend erforderlich wird aber in diesem Fall, der Genauigkeit wegen, trotzdem rekonstruiert. Der *Musculus procerus* (P) ist ein kleiner dreieckiger Gesichtsmuskel, er ist wie der *Musculus corrugator supercili* für eine erfolgreiche Gesichtrekonstruktion nicht unbedingt nötig. Er liegt seitlich am oberen Nasenbein und sitzt an der Stirn zwischen den Augenbrauen an. Er ist für das Rümpfen der Nase verantwortlich.

Eine dünne, aber breite Muskelfaserschicht (Abb.22), die die Oberseite des Schädels von den Nackenlinien bis zur Stirn bedeckt, bildet der *Musculus occipitofrontalis* (O). Anschliessend wird die Speicheldrüse im Gesicht modelliert. Die Ohrspeicheldrüse (Od) ist erneut eine unregelmässige gekugelte Masse, die unterhalb des Gehörgangs zwischen dem Unterkiefer und dem Jochbein liegt. [10],[11]

Der Hals hat zwei für die Rekonstruktion wichtige Muskeln.

Der *Musculus trapezius* (B) (Abb. 22) ist ein breiter, plattenartiger Muskel, der den hinteren Anteil der Halswirbelsäure bedeckt (Abb. 22). Er beginnt im hinteren unteren Schädelbereich und geht einerseits bis zur Schulterblattkante und andererseits weit hinunter entlang der Wirbelsäule. Und der *Musculus sternocleidomastoideus* (A), welcher ein sehr prominenter Muskel ist, der vor allem bei Kopfdrehung stark zum Vorschein kommt. Er beginnt seitlich am Schädel im Bereich des Mastoid Fortsatzes und geht sich diagonal zum Schlüsselbeinknochenansatz. Als Stütze für die Halsmuskulatur wird vorher eine Styroporrolle um den Holzstab gewickelt. So wird die Rekonstruktion stabiler und es besteht keine Gefahr, dass die Rekonstruktion auseinanderfällt. [10],[11]

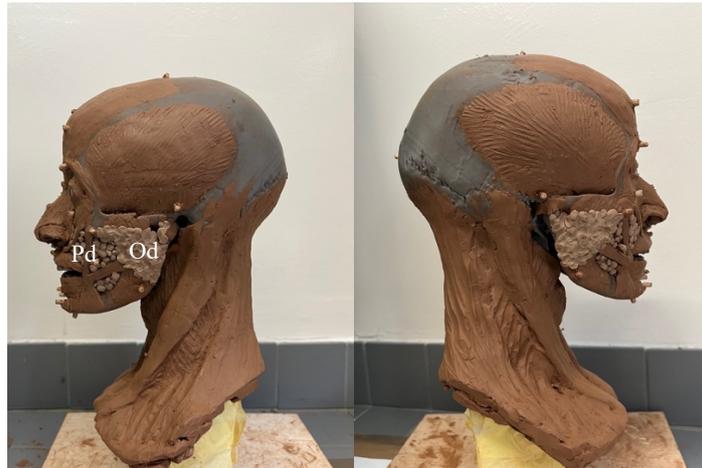


Abb. 20: (links) **Abb. 21:** (rechts)
Parietaldrüsen (Pd), *M. corrugator supercili* (c),
M. Procerus (P), *M. Occipitofrontalis* (O),
Ohrspeicheldrüse (Od)

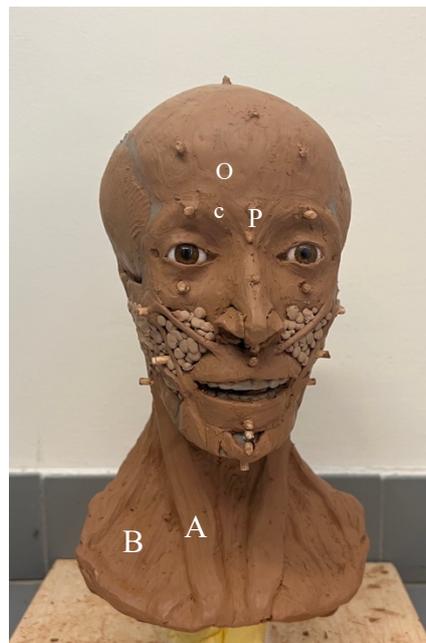


Abb. 22: *M. corrugator supercili* (c),
M. procerus (P), *M. occipitofrontalis* (O)
M. sternocleidomastoideus (A)
M. Trapezius (B)

4.3 Hautmodellierung

Bevor die Hautschicht ebenfalls mit Clay aufgetragen wird, sollten die Ohren angebracht werden. Diese kann man entweder von Hand modellieren oder wie in diesem Fall einen 3-D Druck verwenden, indem man und so eine Art Gussform erstellt (Abb. 23). Um die Ohren anzubringen, richtet man sich an dem Kieferwinkel. Befestigt werden sie am äusseren Gehörgang. Es ist jedoch schwierig die Ohren genau und original getreu zu modellieren, da sich charakteristische Merkmale wie die Form und Grösse nicht aus den Schädelstrukturen ableiten lassen. Nur die Position des knöchernen Gehörgangs gibt die Position des äusseren Gehörgangs vor, und die Ohren werden anhand des Kiefers – und Nasenprofils als Orientierungshilfe befestigt (Abb. 26). [10],[11]



Abb. 23: 3D Ohrenform

Die Dicke der Hautschicht wird abgeschätzt. Sie sollte nicht dicker als die angegebenen Gewebsdicken der Stäbchen sein. Beim Auftragen der Hautschicht sollte vor allem darauf geachtet werden, dass die unterliegende Struktur nicht verloren geht. D.h. es sollte, wenn nötig mehr oder weniger verwendet werden. Die Hautschicht wird in mehreren Platten aufgetragen. Diese sollte man vorher in kleine passende Stücke auswallen und in die richtige Form schneiden. Diese Hautplatten werden aufgelegt (Abb. 23) und danach geglättet. Im Gegensatz zu der Muskelstruktur sollten hier keine einzelnen Linien sichtbar sein. Geglättet werden sollte so, dass die Haut der Muskulatur folgt und so ein natürliches Ebenbild entsteht (Abb.26). [10],[11]

Um ein natürliches Finish zu erlangen kann man mit einem kleinen Schwamm die Hautplatten andrücken so entstehen die typischen Hautfalten und charakteristischen Hautstrukturen. Je nach Alter des Individuums kann man Falten wie zum Beispiel die Mundfalten oder auch Krähenfüsse individuell nachmodellieren. Da bei meiner Gesichtsrekonstruktion ein Alter von über 35 Jahren angenommen wurde, modellierte ich leicht die Mundfalten. [3]



Abb. 24: Rekonstruktion mit partiell aufgelegten Hautschichten



Abb. 25: Rekonstruktion mit aufgelegten und bereits verstrichene Hautareale



Abb. 26: Ohrposition anhand des Kieferwinkels

Die fertige Gesichtsrekonstruktion zeigt tatsächlich eine natürliche Person. Im Gegensatz zu einer Computergestützte Rekonstruktion könnte man diese besser in der Forensik verwenden. Wie gut eine Gesichtsrekonstruktion wird hängt von der Erfahrung und Zeit ab. Bei Identifizierungen in Mordfällen würde es Sinn ergeben Haare, Augenbrauen, Brillen Schönheitsfehler und Narben zu der Rekonstruktion hinzuzufügen. Dies jedoch nur, wenn diese Details an den Fundorten dem Individuum zugeordnet werden können. Falsche Informationen können den Betrachter verwirren und die Erkennung erschweren. [10]



Abb. 27: Endprodukt, fertige Gesichtsrekonstruktion

5. Reflexion

Recht schnell war mir bewusst, dass ich ein Thema aus dem Bereich der Forensik oder Pathologie wählen möchte. Durch das Buch «Forensik in 30 Sekunden» von Sue Black und Nic Daéid, begeisterte ich mich für die Gesichtsrekonstruktion. Dank der Möglichkeit und Zusammenarbeit des Kulturamas und somit auch mit der Universität Zürich, konnte ein äusserst spannendes Projekt entstehen. Obwohl ein gutes Endprodukt resultierte, tauchten im Verlaufe der Arbeit einige Schwierigkeiten auf.

Eine davon war die Koordination zwischen der Schule und dem Arbeiten an der Universität. Es erforderten viel Planung und Zeiteinteilung.

Das erste Problem im praktischen Teil entstand bereits beim 3D-Druck des Schädels. Dort unterschätzte ich welche Menge Laminat für den 3D Druck des Schädels notwendig war. Somit verlor ich vier Tage, weil ich den Druck nochmals neu beginnen musste. Das Skelett der Mumie ist durch die vielen Transporte durcheinandergebracht worden, was die Bestimmung der Halslänge massivst erschwerte.

Zudem entpuppte sich das Erlernen eines neuen Handwerks als nicht so einfach. So modellierte ich aus Unerfahrenheit den *Musculus masseter* zu Beginn viel zu dick. Dies lag aber auch vor allem daran, dass in meiner Vorlage dem Buch (Wilkinson, 2004) ein sehr kräftiger Mann rekonstruiert wurde.

Das Modellieren machte mir extrem viel Freude. Ein kräftiger Triebmotor war dabei, dass ich kaum erwarten konnte, wie die fertige Gesichtsrekonstruktion aussehen würde. Durch die grandiose Unterstützung verschiedener Fachleute wurde ich zusätzlich motiviert.

Zum Schluss kann ich aber sagen, dass sich die Themenwahl trotz grossem Arbeitsaufwand gelohnt hat. Ich bin zufrieden mit meinem Endprodukt und glücklich, dass ich einen Beitrag zum Kulturgut vom Kulturama leisten kann. Dass die Modellierung schlussendlich in dem Museum ausgestellt wird, motivierte mich zusätzlich, die Arbeit noch sorgfältiger zu machen. Meine Maturitätsarbeit konnte mir auch einen spannenden Einblick in meine berufliche Traumzukunft als forensische Anthropologin gewähren.

6. Danksagung

In erster Linie geht meinen Dank an Herrn Dr. med. Patrick Eppenberger, Leiter der Paläontologie und Mumienforschung am Institut für evolutionäre Medizin (IEM) der Universität Zürich. Dank seiner Unterstützung, Fachkenntnis und den spannenden Gesprächen konnte ich meinen Traum, in die forensische und pathologische Welt einzutauchen, verwirklichen. Sein grosses Interesse an der Rekonstruktion motivierten und ermutigten mich.

Ein Dank gilt auch dem IEM welches mir alle benötigten Mittel zur Verfügung gestellt hat.

Frau Dr. Anna-Katharina Holenweg, meiner Betreuerin an der Kantonschule Limmattal, danke ich für die lehrreichen Besprechungen, der Hilfe bei Unklarheiten und der mentalen Unterstützung.

Ein besonderer Dank gilt Frau Dr. Claudia Rüttsche, die meine ganze Arbeit überhaupt ermöglicht hat und mich sogar zur Besichtigung der Mumie nach Neuchâtel mitgenommen hat und mein Interesse an der forensischen Medizin nur noch verstärkt hat.

Ebenfalls danke ich meiner Schwester Alia die mich immer wieder ermuntert hat mit Energie weiterzumachen und auch meinem handwerklich talentierten Bruder, der mir beim Bau des Holzkonstrukts meine rechte Hand war. Und schlussendlich danke ich auch meinen Eltern. Speziell meiner Mutter, ohne deren aktive Unterstützung bei der Computerreparatur ich nicht rechtzeitig fertig geworden wäre. Sie hat mich an Leib und Seele unterstützt. Ich danke meinem Vater für die Unterstützung mit seinen zahnärztlichen Fachkenntnissen und der Hilfe, mich mit Claudia Rüttsche kurzgeschlossen zu haben und mich damit indirekt zu Herrn Eppenberger geführt zu haben. Er war eine grosse Hilfe bei der Verwirklichung meiner Maturitätsarbeit

7. Literaturverzeichnis

- [1] Dr. med. dent. Marco Ackermann, persönliche Mitteilung 2022, Praxis Wolfbach
- [2] Niamh Nic Daéid & Sue Black, *Forensik in 30 Sekunden* 2019, Librero IBP, Kerkdriel, S.24
- [3] Patrick Eppenberger, persönliche Mitteilung 2022, Institute of Evolutionary Medicine
- [4] Unbekannter Autor, Wikipedia, «Radiokarbonmethode», <https://de.wikipedia.org/wiki/Radiokarbonmethode>, 6.Juli 2022
- [5] Valentin Boissonnas, persönliche Mitteilung 2022, Haute Ecole de Conservation-Restauration Arc, Neuchâtel
- [6] Caroline Wilkinson, *Forensic Facial Reconstruction* 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 2, S.39-62
- [7] Miotti Silvia, 2018 «Analyse eines menschlichen Schädels und dreidimensionale Gesichtsrekonstruktion nach der russischen Methode» Maturitätsarbeit, Kantonsschule Sursee
- [8] Caroline Wilkinson, *Forensic Facial Reconstruction* 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 3, S. 69-82
- [9] Caroline Wilkinson, *Forensic Facial Reconstruction* 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 5, S.125/134 (Table 5.6)
- [10] Caroline Wilkinson, *Forensic Facial Reconstruction* 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 6, S.176-196
- [11] Aurel Romero, «Gesichtsrekonstruktion von Ulrich von Hutten» Maturitätsarbeit, Freies Gymnasium Zürich
- [12] Caroline Wilkinson, *Forensic Facial Reconstruction* 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 4, S. 109
- [*] Alain Portner, «Neues Leben für eine Mumie», 25.02.2021, *Migros Magazin*, Ausgabe Aare, AZA 1953 Sion Response Zentral, Psdg DP AG, Ent. bez.A 44631, S.14-17

8. Bildverzeichnis

Abb. 1a und 1b: Eigene Fotografie, Haute Ecole de Conservation-Restauration Arc, Neuchâtel, 2022

Abb. 2: Caroline Wilkinson, Forensic Facial Reconstruction 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 2, S. 56, Fig. 2.12

Abb. 3: Caroline Wilkinson, Forensic Facial Reconstruction 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 2 S.61, Fig. 2.16

Abb. 4: Caroline Wilkinson, Forensic Facial Reconstruction 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 2, S. 54, Fig. 2.11

Abb. 5: Monise Durrani, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7591945.stm>, abgerufen am 12.9.22

Abb. 6: Ronny Bindl M. Sc, 2008 «Analytische Sterbealtersbestimmung von Skelettfunden», Dissertation, Friedrich-Schiller-Universität Jena, S.15

Abb. 7: Caroline Wilkinson, Forensic Facial Reconstruction 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 3, S. 79, Fig. 3.9

Abb. 8: Caroline Wilkinson, Forensic Facial Reconstruction 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 3, S. 85, Fig. 3.11

Abb. 9,10,12: Eigene Fotografie, IEM, 2022

Abb. 11: Caroline Wilkinson, Forensic Facial Reconstruction 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 5, S.125

Abb. 13: Caroline Wilkinson, Forensic Facial Reconstruction 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 5, S.134

Abb. 19: Caroline Wilkinson, Forensic Facial Reconstruction 2004, Cambridge University Press, Cambridge, Kapitel 4, S. 109

Abb. 20-27: Eigene Fotografie, IEM, 2022

9. Einhaltung Rechtlicher Vorgaben

Ich habe die Arbeit selbstständig und unter Aufsicht meines Betreuers/meiner Betreuerin verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet.

Ich nehme zur Kenntnis, dass meine Arbeit zur Überprüfung der korrekten und vollständigen Angabe der Quellen mithilfe einer Software (eines Plagiatserkennungstools) geprüft wird. Zu meinem eigenen Schutz wird die Software auch dazu verwendet, später eingereichte Arbeiten mit meiner Arbeit elektronisch zu vergleichen und damit Abschriften und eine Verletzung meines Urheberrechts es zu verhindern.

Falls der Verdacht besteht, dass mein Urheberrecht verletzt wurde, erkläre ich mich damit einverstanden, dass die Schulleitung meine Arbeit zu Prüfzwecken herausgibt.

Datum, Unterschrift

