

# Gesichtsrekonstruktion des LB1

Eine paläopathologische Diskussion zur Klassifizierung  
des Homo Floresiensis



Maturarbeit KZU Bülach 2019/2020

**Autor: Alexander Benninger**

Betreuung: Dr. Kaspar Schwarzenbach

Co-Betreuung: Dr. Patrick Eppenberger

Experte: Martin Rüegg

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

Dr. Patrick Eppenberger

Betreuung an der Kantonsschule Zürcher Unterländer durch

Dr. Kaspar Schwarzenbach

## Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG .....	1
2	EINLEITUNG .....	1
2.1	Meine Arbeit zum Hobbit (Homo Floresiensis) .....	2
2.2	LB1/ Liang Bua (Flores) .....	2
3	MATERIAL UND METHODEN .....	3
3.1	Die Kunst der 3D-Rekonstruktion .....	3
3.2	Die Manchester Methode der Gesichtsrekonstruktion .....	4
4	RESULTATE .....	5
4.1	Aspekte des Modellierens .....	5
4.2	3D-Druck.....	5
4.3	Markierung und Festlegung der Weichteildicken .....	6
4.4	Muskelmodellierphase .....	9
4.4.1	Temporalis/ Augen .....	9
4.4.2	Masseter/ Buccinator .....	10
4.4.3	Orbicularis Oris .....	10
4.4.4	Muskeln des Kinns .....	10
4.4.5	Orbicularis Oculi .....	11
4.4.6	Stirn und restlicher Schädel.....	11
4.4.7	Nase .....	11
4.4.8	Zygomaticus minor/major .....	12
4.4.9	Halsmuskulatur .....	14
4.4.10	Fettschicht.....	14
4.5	Hautmodellierphase.....	15
4.5.1	Ohr.....	15
4.5.2	Haut .....	16
4.6	Präsentierung meiner Gesichtsrekonstruktion .....	17
5	DISKUSSION .....	20
5.1	Diskussionspunkte .....	20
5.2	Debatte zum LB1 .....	20
5.3	Begriffsklärung.....	21
5.4	Argumentation pro Homo Floresiensis.....	22

<b>5.5</b>	<b>Ausschlaggebende Merkmale</b> .....	<b>22</b>
5.5.1	Hirnvolumen .....	22
5.5.2	Körpergrösse/ Gliederlänge.....	22
5.5.3	Gewicht.....	23
5.5.4	Schädel/ Gesicht .....	23
5.5.5	Feststellung.....	23
5.5.6	Inselzergwuchs.....	24
<b>5.6</b>	<b>Argumentation pro Homo Sapiens</b> .....	<b>24</b>
5.6.1	Gegenargumentation zum <i>H. Floresiensis</i> .....	25
<b>5.7</b>	<b>Meine Gesichtsrekonstruktion in der Debatte</b> .....	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>NACHWORT</b> .....	<b>28</b>
<b>6.1</b>	<b>Institut für Evolutionäre Medizin</b> .....	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG</b> .....	<b>31</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 :Papuas (linke Spalte), Europäer (mittlere Spalten), Schimpansen (rechte Spalten); Werte in mm. Abweichungen von über 2 mm sind mit gelb markiert. ....7

Tabelle 2: Bezeichnungen der wichtigsten Gesichtspunkte und jeweils eine kurze Erläuterung (Wilkinson 2004, S. 124). .....8

## Abbildungsverzeichnis

<u>Abbildung 1: Abguss des originalen Schädels. Graue Flächen entsprechen rekonstruierten Teilen. (Besitz des IEM)</u> .....	2
<u>Abbildung 2: Cro-Magnon-1 digitale Rekonstruktion</u> .....	3
<u>Abbildung 3: Forensic Facial Reconstruction von Caroline Wilkinson (Wilkinson 2006)</u> .....	4
<u>Abbildung 4: Vier unterschiedliche Resultate nach der Muskelmodellierung. Alle Unterschiede sind direkt auf die verschiedenen Ausprägungen beim Schädel zurück zu führen (Wilkinson 2006, S. 193)</u> .....	5
<u>Abbildung 5: Screenshot des finalen 3D-Modells. Bereit für den Druck</u> .....	6
<u>Abbildung 6: Originale Kopie(rechts) und 3D-Druck (links) bei welchem noch Stützelemente zu sehen waren</u> .....	6
<u>Abbildung 7: Markierung der wichtigsten Gesichtspunkte (Wilkinson 2004, S. 124)</u> .....	8
<u>Abbildung 8: Schädel bereit zum Modellieren. Holzstäbchen zeigten die Weichteildicken an</u> .....	9
<u>Abbildung 9: Temporalis (braun), Glasaugen befestigt mit grauem Plastilin</u> .....	10
<u>Abbildung 10: Masseter (rot), Buccinator (blau), Orbicularis oris (grün), Mentalis (violett), Depressor labii inferioris (pink), Depressor anguli oris (orange)</u> .....	10
<u>Abbildung 11: Neu zu sehen war der Orbicularis oculi Muskel. Negativ Beispiel: Der noch zu grosse Spalt zwischen Augenlid und umgebender Muskelteil</u> .....	11
<u>Abbildung 12: Bestimmung des Nasenprofils nach der Lebedinskaya Methode (Wilkinson 2004, S. 109)</u> .....	11
<u>Abbildung 13: Occipitofrontalis (blau); Corrugator supercilii (orange), Procerus (gelb); Levator labii superioris alaeque nasi (rot); Nasalis (grün); Levator labii superioris (pink); Levator anguli oris (hellgrün), nur der unterste Zipfel sichtbar</u> .....	12
<u>Abbildung 14: Die Gesichtsmuskeln aufgeführt im Prometheus Atlas der Anatomie, (Schünke et al. 2006, S. 78). Diese Abbildung diente als zusätzliche anatomische Orientierung</u> .....	13
<u>Abbildung 15: Die Muskeln des Halses aufgeführt im Prometheus Atlas der Anatomie, (Schünke et al. 2006, S. 89). Diese Abbildung diente als zusätzliche anatomische Orientierung</u> .....	13
<u>Abbildung 16: Trapezius (rot), Sternocleidomastoid (grün), ausserdem Stützmaterial, dass die beiden anderen Muskeln ein wenig ihrer Positionen verharren konnten (blau), musste anschliessend entfernt werden</u> .....	14
<u>Abbildung 17: Feinere Ausarbeitung des Halses. Sichtbar: Auffüllen/ Konstruktion des Halses mit extra Material. Wichtig ist, dass auch der Bereich der Kehle entsprechend bearbeitet wurde</u> .....	14
<u>Abbildung 18: Zygomaticus major (fein blau), Zygomaticus minor (fein grün), Risorius (fein rot), Fettschicht (helleres Plastilin)</u> .....	15
<u>Abbildung 19: Der Winkel des Ohrs wurde durch den Kiefer festgelegt. Wilkinson 2004, s. 121</u> .....	15
<u>Abbildung 20: Stand nach Abschluss der Muskelmodellier-Phase + Ohren. Ebenfalls sichtbar: Die finale Ausarbeitung des Halses</u> .....	15
<u>Abbildung 21: Gesichtsrekonstruktion beim Aufmodellieren der Haut</u> .....	16
<u>Abbildung 22: Fertige Rekonstruktion des LB1 nach der "Manchester Method of facial reconstruction"</u> .....	16
<u>Abbildung 23: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf den Muskeln der Nase, den Augen und der Stirn. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet</u> .....	17
<u>Abbildung 24: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf den Muskeln der Wangen und des Halses. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet</u> .....	17
<u>Abbildung 25: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf den Muskeln des Mundes und des Kinns. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet</u> .....	18
<u>Abbildung 26: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf dem Masseter und dem Temporalis. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet</u> .....	18
<u>Abbildung 27: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf dem Risorius und den Schädeln im Seitenprofil. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet</u> .....	19
<u>Abbildung 28: Der Prozess meiner Gesichtsrekonstruktion. Zuerst 3D-Modell (links), Stadium der Muskelphase (mitte), fertige Rekonstruktion (rechts)</u> .....	19
<u>Abbildung 29: Biologische Systematik</u> .....	21
<u>Abbildung 30: Flores (rot eingefärbt)</u> .....	24
<u>Abbildung 31: Maciej Henneberg (181 cm) neben Bewohnern von Flores. Noch heute weist die Bevölkerung dieser Region geringe Körpergrössen auf</u> .....	25
<u>Abbildung 32: Bild des Originalschädel (links), rechte Schädelhälfte gespiegelt (Mitte), linke Schädelhälfte gespiegelt (rechts), (T. Jacob, 2006)</u> .....	26
<u>Abbildung 33: Rekonstruktion des LB1 mit abgedecktem Mund</u> .....	27

# 1 Zusammenfassung

In meiner Arbeit beschäftige ich mich mit dem historischen Fund in der Liang Bua Höhle ( Insel Flores) im September 2003 (Brown et al. 2004). Die Entdeckung vom Exemplar LB1, der schon bald als aussergewöhnlichster Hominid der Geschichte betitelt wurde (Henneberg et al. 2014), fasziniert Forscher aufgrund seiner widersprüchlichen und noch nie gesehenen Merkmale. Es wird vermutet, dass die Funde bis zu vierzehn Individuen zugeordnet werden können. Sie werden auf 60`000 bis 100`000 Jahre alt geschätzt. Anhand ihrer morphologisch aussergewöhnlichen Merkmale wurden die Knochen aus der Liang Bua Höhle einer neuen Homo-Art zugeteilt. Diese neue Art wurde, dem Fundort Flores gerecht, *Homo Floresiensis* getauft. Die Argumentation zur Klassifizierung der neuen Art beschränkt sich fast ausschliesslich auf das Individuum LB1, dem ersten der Knochenfunde in der Höhle (Brown et al. 2004). Dieses Exemplar weist nämlich nebst auffällig starker Asymmetrie im Gesicht auch eine Statur von 106 cm und ein endokraniales Volumen von 380 ml auf. Diese morphologischen Merkmale können in ihrer Gesamtheit keinem bekannten Hominid zugeordnet werden und seien Resultate einer Jahrtausende andauernde Inselisolation (Brown et al. 2004). Somit ist die Ernennung einer neuen Homo-Art legitimiert.

Diese Argumentation findet heftigen Widerstand bei gewissen Paläoanthropologen. Denn die Anerkennung dieser neuen Art wird als überschnelle Reaktion wahrgenommen, der es an wissenschaftlichem Rückhalt fehlt (Jacob et al. 2006). Begründet wird dies durch die Annahme, dass es sich beim LB1 um einen *H. Sapiens* mit einer Wachstumsstörung gehandelt haben muss (Jacob et al. 2006). Die Argumentation dieser Seite bringt die markanten Merkmale des LB1 in den Zusammenhang einer Down Syndrom Erkrankung (Henneberg et al. 2014). Ausserdem wird die Theorie der langen Inselisolation in Frage gestellt.

Mit dem Produkt meiner Arbeit leiste ich einen Beitrag zur Debatte rund um den *Homo*

*Floresiensis*. Mein Produkt besteht aus einer wissenschaftlichen Gesichtsrekonstruktion des *Homo Floresiensis*. Anhand der Manchester Methode habe ich eine eigene Modellierung des Gesichtes des LB1 erstellt, basierend auf Informationen, die aus dem Schädel entnommen werden können. Dafür habe ich einen 3D-Druck des Schädels angefertigt und anschliessend alle Muskeln, Fettschichten und die Haut darauf aufgebaut. Beim Modellieren bin ich den strikten Vorgaben der Anatomie gefolgt.

Bei Betrachtung meines Resultates und dem Studium der vorhandenen Diskussion zum Thema, komme ich zum Schluss, dass ein Down-Syndrom beim LB1, welcher der Art *H. Sapiens* angehört, eine wahrscheinliche Erklärung für die einmaligen Merkmale dieses Individuums sind.

## 2 Einleitung

Wir leben heute in einer Welt, in welcher wir Menschen das Schicksal der Erde massgeblich beeinflussen können. Unser Bewusstsein steuert unser Verhalten, und es ist uns möglich, die Welt nach unseren Vorlieben zu gestalten. Die Menschheit hat den blauen Planeten mit einer Geschwindigkeit in Veränderungen gestürzt, wie noch nie zuvor. Doch unser Bewusstsein verfügt auch über die Fähigkeit der Selbstreflexion und kann entsprechend unsere Aufmerksamkeit sowohl in Richtung Zukunft wie auch zurück auf die Vergangenheit richten. Der Blick in die Vergangenheit zeigt uns, dass der heutige Mensch, trotz seiner vermeintlichen Überlegenheit gegenüber allen anderen bekannten Lebewesen, einem langwierigen Prozess der Natur entspringt. Dieser Prozess wird Evolution genannt. Mit dem Werdegang und der Entwicklung der menschlichen Gattung beschäftigt sich die Anthropologie (aus dem Griechischen: *ánthrōpos*, «Mensch»; *lógos*, «Untersuchung», (anthropology n.d.). In dieser Arbeit konzentriere ich mich genauer auf die Paläoanthropologie. In dieser Disziplin geht es darum, die menschliche Evolution, anhand von Ausgrabungen von hominiden (also menschen-artigen) Überresten zu gliedern und zu verstehen. Die Wurzeln des modernen Menschen reichen

weit zurück und es ist der Wissenschaft heute möglich die Spuren unserer Vorfahren mehrere Millionen Jahre zurückzuverfolgen. Die Faszination der Paläoanthropologie besteht darin, die uralten Funde zu datieren und zu klassifizieren, so dass sich Stück für Stück ein Bild der menschlichen Entwicklung bis zum heutigen *Homo Sapiens* ergibt. Doch um aus einer Faszination eine Leidenschaft zu machen, braucht es, so denke ich, eben auch die aussergewöhnlichen, schwierigen und nicht einfach zuordnungsbaaren Funde. Die Funde, die möglicherweise das ganze bereits ausgearbeitete Bild der Evolution auf den Kopf stellen. Und genau so einer Entdeckung will ich meine Maturitätsarbeit widmen.

## 2.1 Meine Arbeit zum Hobbit (Homo Floresiensis)

Ich entscheide mich, meine Maturaarbeit dem *Homo Floresiensis* zu widmen. In Anbetracht seiner sehr geringen Grösse und den überproportional grossen Füessen wird er gerne auch, wie das von J.R.R Tolkien erschaffene Fantasiewesen, Hobbit genannt. Ausgangslage meines Projektes ist der Schädel Fund von 2003 (Brown et al. 2004). Das Institut für evolutionäre Medizin (IEM) von der Universität Zürich besitzt einen sehr genauen Abguss dieses Schädels und Herr Eppenberger vom IEM hat mir den Zugang und somit diese Arbeit ermöglicht. Ausserdem unterstützt Herr Eppenberger mich als zusätzlichen Betreuer. Insgesamt wird behauptet, dass beim Fundort Teile von vierzehn verschiedenen Individuen des *H. Floresiensis* ausgegraben wurden (Kaifu et al. 2011). Doch darunter ist lediglich ein einziger Schädel. Dieser wurde zusammen mit einem beinahe kompletten Skelett gefunden. Der Fund gilt als einer der unglaublichsten der Menschheitsgeschichte (Henneberg et al. 2014) und regte schon bei seiner Erstentdeckung eine Diskussion an, welche bis heute nicht abgeflaut ist. Denn aufgrund extremer, noch nie gesehener Merkmale betrachten einige Forscher diesen Fund als Entdeckung einer neuen Homo-Art (Brown et al. 2004). Zu den Merkmalen gehören beispielsweise das sehr kleine Hirn, die angesprochenen Füesse, die vergleichsweise grossen Arme und

die Körpergrösse. Andere Forscher hingegen argumentieren, dass es sich lediglich um ein Exemplar des *Homo Sapiens*, geplagt von einer Behinderung und Wachstumsstörung, handle (Jacob et al. 2006).



Abbildung 1: Abguss des originalen Schädels. Graue Flächen entsprechen rekonstruierten Teilen. (Besitz des IEM).

In meiner Arbeit will ich also probieren, mehr Licht in diese hitzige Debatte zu bringen. Dies tue ich durch das Erstellen einer Gesichtsrekonstruktion mit der «Manchester Method of Facial Reconstruction». Mit diesem Aufbau des Gesichtes anhand des Schädels, will ich untersuchen, ob ich eine der beiden oben erwähnten Hypothesen unterstützen kann. Zusätzlich werde ich die Manchester Methode diskutieren und allenfalls verfeinern in Bezug auf die Rekonstruktion von urzeitlichen Hominiden (siehe Kapitel Material und Methoden).

## 2.2 LB1/ Liang Bua (Flores)

Da es in meiner Arbeit schliesslich um einen Versuch der Klärung, ob der *Homo Floresiensis* als eigene Homo-Art betitelt werden darf, handelt, scheint es mir widersprüchlich weiterhin den Namen *Homo Floresiensis* zu verwenden. Darum werde ich von nun an stets vom LB1 sprechen.

Der Name LB1 kommt vom Fundort in Indonesien, der Liang Bua Höhle. Von da stammen alle Funde, die dem *Homo Floresiensis* zugeordnet werden. Von jenen ist der LB1 der erste skelettale Fund und auch der wichtigste Bestandteil der Debatte, denn dieses Skelett ist beinahe komplett vorhanden inklusive Schädel.



Diese Ausgrabung wurde im September 2003 auf der Insel Flores im Australasiatischen Mittelmeer gemacht (Morwood et al. 2004). Der LB1 wird zwischen 60'000 bis 100'000 Jahre vor unserer Zeit datiert (Sutikna et al. 2016). Beim LB1 handelt es sich um ein teilweise erhaltenes Skelett, wobei vor allem der vollständige Schädel wie der dazugehörige Unterkiefer sehr wichtig für die Erforschung des LB1 sind (siehe Abbildung 1). Ausserdem wurden beide Oberschenkelknochen, Schienbeine und Wadenbeine, sowie Teile der Schulterblätter, der Schlüsselbeine und der Rippen gefunden. Auch einige Fragmente der Hand- und Fussknochen, sowie die Kniescheiben konnten die Archäologen ausgraben. Man schätzt, dass es sich beim LB1 um ein jugendliches bis junges erwachsenes Exemplar handeln muss (Brown et al. 2004). Dies kann man anhand der zwar ausgewachsenen, aber keineswegs stark abgenutzten Zähne vermuten. Aufgrund der aus den Knochenfunden rekonstruierbaren Beinstellung kann geschlossen werden, dass es sich beim LB1 um ein aufrechtgehendes Individuum handeln musste (Blaszczyk and Vaughan n.d.). Zusätzlich zeugen die Werkzeugfunde in der Liang Bua Höhle von Intelligenz (Morwood et al. 2004). Das Skelett zeigt mehrere einzigartige Eigenschaften auf:

- Sehr geringe Grösse: Forscher schätzen die Körpergrösse des LB1 auf circa 1.06 Meter (Brown et al. 2004).
- Kleines Hirnvolumen: Anhand des ebenfalls sehr kleinen Schädels schätzt man, dass der LB1 ein endokraniales Volumen, also Gehirngrösse, von 380-430 ml hat. Das Gehirn des Homo Sapiens zum Vergleich hat ein Volumen von etwa 1'300 ml (Brown et al. 2004).
- Asymmetrie: Das Gesicht ist der ebenmässigste Teil des Schädels. Beim LB1 scheint es anhand der Knochenfunde jedoch ziemlich asymmetrisch zu sein (Jacob et al. 2006)
- Andere Gliedmassen: Wie schon angesprochen, sind die Füsse des Individuums relativ gross (196 mm) und die Oberschenkelknochen eher klein (280

mm). Ein ca. 190 cm grosser Homo Sapiens zeigt Werte von etwa 265 mm bei den Füssen und 520 mm beim Oberschenkelknochen auf (Brown et al. 2004), (Jacob et al. 2006).

Diese Merkmale werden später in der Diskussion noch einmal aufgenommen und im Rahmen möglicher Krankheitsbilder unterschiedlich betrachtet.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Die Kunst der 3D-Rekonstruktion

In diesem Teil meiner Arbeit möchte ich den Lesern meine Methode näherbringen. Eine Gesichtsrekonstruktion ist nicht gerade ein Wort, welches einem durch den Alltag begleitet und bedarf einer Erklärung. Eigentlich ist der Begriff gar nicht korrekt, denn wir sprechen hier tatsächlich von einer Kopfrekonstruktion. Solche kann auf mehrere Arten angefertigt werden. In unserer Zeit ist die Digitale Version eine mögliche Methode und bringt auch wirklich beeindruckende Resultate hervor.

Auf der Abbildung 2 sieht man eine Rekonstruktion eines Homo Sapiens namens Cro-Magnon-1. Der Fund ist etwa 28'000 Jahre alt und wurde 1868 in Les Eyzies (Frankreich) entdeckt. Der Schädel dieses Individuums zeichnet sich durch seine spezielle Struktur auf der Stirn aus, die auf dem 3D-Modell zu sehen ist (ICI.Radio-Canada.ca n.d.).



Abbildung 2: Cro-Magnon-1 digitale Rekonstruktion.



Diese Rekonstruktion ist eine rein digitale Kreation des Rekonstruktionskünstlers Philippe Froesch. Ein solches Projekt nimmt viel Zeit in Anspruch, obwohl man dank neuer Technologie extrem viele Möglichkeiten hat, um beispielsweise Falten oder Haare darzustellen. Tatsache ist aber, dass jedes Haar einzeln gezeichnet und gesetzt werden muss. Diese Art der Rekonstruktion ist für das Auge ansprechend, da sie sehr «genaue», «realitätsgetreue», ja fast schon lebendige Individuen hervorbringen kann. Die vorangehenden Wörter in Anführungs- und Schlusszeichen zu schreiben hat einen Grund, auf den ich später noch zu sprechen komme. Tatsächlich bietet die physische Rekonstruktionsmethode den Vorteil, dass die Beherrschung des Computerhandwerks keine Voraussetzung ist. Ausserdem herrscht bei vielen Forschern die Ansicht, so auch bei Dr. Eppenberger, dass die physische Methode die wissenschaftlich genaueren Resultate als die Computer unterstützte Methode erzielt und zudem effizienter ist. In dieser Arbeit habe ich mich aufgrund meiner eigenen Präferenz und auf Empfehlung von Dr. Eppenberger für die physische Modellier-Methode zur Herstellung einer 3D-Rekonstruktion entschieden.

### 3.2 Die Manchester Methode der Gesichtsrekonstruktion

Auf Empfehlung von Dr. Eppenberger habe ich das Buch «Forensic Facial Reconstruction» von Caroline Wilkinson (Wilkinson 2004) gelesen und studiert. Durch diese Lektüre sollte ich einen ersten Eindruck der Welt der Schädel in der Wissenschaft gewinnen, und darin ist ebenfalls die Methode, die ich zu gebrauchen beabsichtige, genaustens geschildert.

Beim Start der Lektüre bin ich in der Einleitung auf einen Satz gestossen, der mich während meinem ganzen Prozess begleitet hat: «Each skull is as individual as each face». Zuerst habe ich mich gewundert, weil ich noch nie daran gedacht habe, dass jeder Schädel genau so individuell und einzigartig, wie unser Gesicht sein könnte. Nach ein paar weiteren Seiten hat mir diese Behauptung eingeleuchtet: Die Kunst der

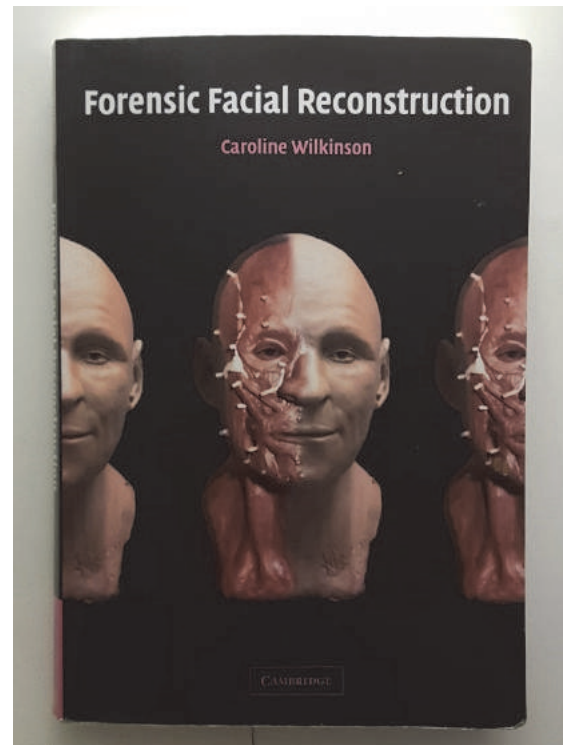


Abbildung 3: Forensic Facial Reconstruction von Caroline Wilkinson (Wilkinson 2004).

Gesichtsrekonstruktion basiert im Wesentlichen auf dem Fakt, dass aufgrund jedes Schädels ein einzigartiges Resultat, bzw. Gesicht, geschaffen werden kann. Natürlich wird der Fingerabdruck des Künstlers auch immer zu erkennen bleiben. Müsste also ein Mensch nur anhand seines Schädels identifiziert werden, und dieser Auftrag würde an zehn verschiedene Rekonstrukteure gehen, dann hätten wir schlussendlich zehn unterschiedliche Gesichter vor uns. Das Faszinierende daran ist, dass ein Bekannter der Person, deren Schädel rekonstruiert wurde, jedes einzelne der zehn Gesichter eindeutig dem ursprünglichen Menschen zuordnen würde. Darin zeigt sich die eigentliche Botschaft, die das Buch vermittelt. Man betrachte Abb. 4, in welcher vier unterschiedlichen Resultate nach der Muskelmodellierphase gezeigt werden. Sie stammen von jeweils verschiedenen Schädeln und sollen zeigen, dass alle Unterschiede direkt auf verschiedene Ausprägungen beim Schädel zurückzuführen sind (Wilkinson 2004).

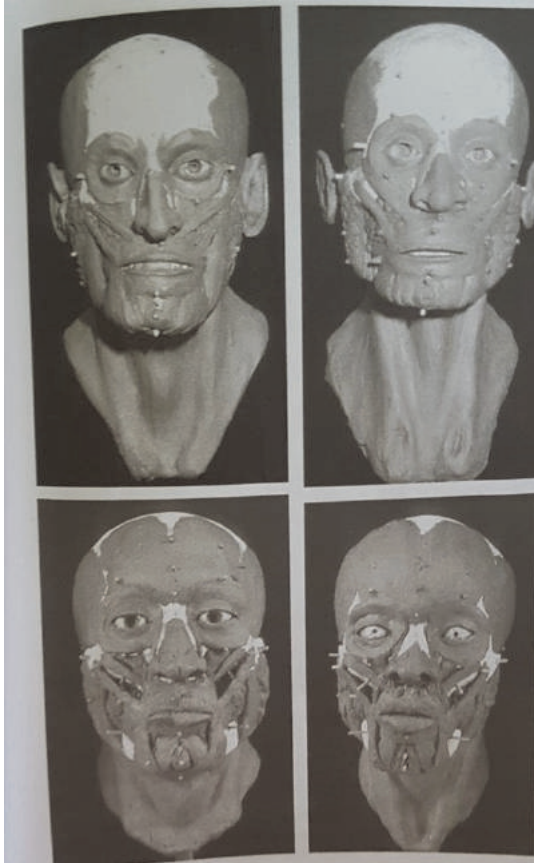


Abbildung 4: Vier unterschiedliche Resultate nach der Muskelmodellierung. Alle Unterschiede sind direkt auf die verschiedenen Ausprägungen beim Schädel zurück zu führen (Wilkinson 2006, S. 193)

Im Prozess will ich das Prinzip der “Manchester method of facial Reconstruction” erläutern, meine Erfahrungen und Abweichungen zur Methode beschreiben und diskutieren. Das Vorgehen der Methode ist es, auf eine genaue Kopie eines Schädels alle Weichteilschichten des Kopfes aufzubauen. Dafür werden, je nach Herkunft des zu rekonstruierenden Individuums, die Weichteildicken von verschiedenen Ethnien verwendet, die jeweils anhand Studien entstanden sind (Wilkinson 2004). Die Dicke der entsprechenden Schicht wird dabei mit Holzstäbchen markiert, dies muss natürlich an den verschiedensten Stellen, über den ganzen Schädel verteilt, geschehen. Anschliessend wird mit Ton Schicht für Schicht aufgetragen: Zuerst die Muskeln, dann Fettschichten und Knorpelteile. Dabei gibt die Form des Schädels genaustens vor, wo beispielsweise der Muskel ansetzt und wie er zu verlaufen hat. Zum Schluss wird für die Haut eine dünne Ton-schicht ausgewählt und über alle Muskeln gelegt. Der ganze Prozess setzt anatomische

Kenntnisse voraus (Wilkinson 2004), denn trotz künstlerischen Aspekten ist das Ziel einer solchen Rekonstruktion eine wissenschaftliche Erörterung des Aussehens vom LB1.

## 4 Resultate

### 4.1 Aspekte des Modellierens

Ich wollte noch einige Dinge zum Modellieren an sich erwähnen: Anatomische Kenntnisse waren wichtig. Hatte man sich noch wenig mit der Anatomie des Gesichtes auseinandergesetzt, war es notwendig neben dem Buch von Wilkinson auch noch einen Anatomie-Atlas einzubeziehen. In diesem Fall war das der Prometheus Atlas, weil dieser die Ansätze und Verläufe der Muskeln genau erläuterte (Schünke et al. n.d.). Ein dreidimensionales Modell eines Menschen, das den Schichtenaufbau aufzeigte, war ebenfalls sehr hilfreich. Dieses hatte mir das IEM zu Verfügung gestellt. Weiter war wichtig zur Kenntnis zu nehmen, dass eine solche Modellierung ein stetiger Prozess war. Jeder Muskel wurde mehrere Male überarbeitet und angepasst. Hierbei hatte mir das erfahrene Auge und das prompte Feedback von Herrn Eppenberger geholfen. Bei Bedarf konnte man die Muskelstruktur mit feinen Strichen symbolisieren. Dies führte zum besseren Verständnis der Verläufe und Ansätzen. Die Holzstäbchen dienten als Referenz für die Weichteilschichten. Es galt zu beachten, dass beim Modellieren der Muskeln stets ca. 5 mm des Holzstäbchens freigelassen wurde, denn die Haut musste später noch hinzugefügt werden. Aufgrund der kleinen Grösse des LB1 Schädels stand ich immer wieder vor kniffligen Entscheidungen, für die es keine Hilfestellung gab. Wichtig beim Prozess war hier, dass die Entscheidungen bewusst getroffen wurden und die künstlerischen Eigenheiten immer im strikten Rahmen der Wissenschaft blieben.

### 4.2 3D-Druck

Die Grundlage der gesamten Arbeit war die Kopie des LB1 Schädels, welche sich im Besitz des IEM befand. Da dieser nicht direkt für die Bearbeitung verwendet werden konnte, wurde

mithilfe eines 3D-Druckers eine weitere Kopie gefertigt. Dafür schoss ich zuerst umfangreiche Fotos von allen Seiten, die dann in ein Programm eingespeist wurden, das aus den Fotografien einen 3D-Modell erstellte. Wichtig dabei war, dass genügend Fotos zur Verfügung standen, damit das Modell vollständig wurde. Den Scan wiederum bearbeitete ich mithilfe von Dr. Eppenberger auf dem 3D Programm Rhinoceros. Im Unterteil des Schädels programmierten wir ein Loch, in jenes später ein Holzstab als Stütze eingepasst werden sollte.



Abbildung 5: Screenshot des finalen 3D-Modells. Bereit für den Druck.

Der Druck des Schädels dauerte etwa einen ganzen Tag. Nach dem Druck brach ich erstmal die ganzen Stützelemente, welche beim einem 3D-Druck üblicherweise entstehen, weg. Dieser Schritt war anders als er in der Manchester-Methodik beschrieben ist.



Abbildung 6: Originale Kopie(rechts) und 3D-Druck (links) bei welchem noch Stützelemente zu sehen waren.

Denn anders als im Buch nutzte ich hierbei die moderne Technik des 3D-Drucks und nicht der langwierige Prozess des Giessens. Mit dieser modernen Technik sparte ich zwar nicht unbedingt Zeit, aber es war sicherlich einfacher, und falls man tatsächlich mit einem richtigen Schädel gearbeitet hätte, dann bestünde ein viel kleineres Risiko für allfällige Beschädigungen.

### 4.3 Markierung und Festlegung der Weichteildicken

In einem nächsten Schritt mussten die passenden morphologischen Stellen auf dem Schädel gekennzeichnet werden (Wilkinson 2004, S. 125), so dass ich anschliessend Holzstäbchen mit den passenden Weichteildicken aufkleben konnte. «Forensic Facial Reconstruction» beinhaltet viele Studien und dementsprechend Tabellen über die Weichteildicken des Gesichts verschiedenster Ethnien, Alter oder des Geschlechts. Nicht alle Tabellen waren komplett und das Problem war die Entscheidung, welche Tabelle ich wählte. Es schien nachvollziehbar, dass es schwierig gewesen war, solche Tabellen über längst ausgestorbene Populationen zu führen. Beim LB1 im speziellen von einer Art, bei der man nicht sicher war, ob sie je existiert hatte. Daher wurde für meine Arbeit eine Zusammenstellung mehrerer Tabellen nötig (Tab. 1). Diese Tabelle bestand aus fünf Spalten. Bei zwei davon handelte es sich um die männliche wie die weibliche Auflistung der Gesichtsweichteildicken von Europäern bzw. Europäerinnen. Dass die Geographie bei diesen zwei Spalten nicht mit der des LB1 kongruent war, stimmte zwar, aber es war die kompletteste Tabelle von allen und diente daher als guter Referenzwert. Die Studie, die zu diesen Messungen geführt hatte, benutzte vierzehn männliche und dreizehn weibliche Individuen, die zwischen 30-39 Jahren alt gewesen waren (Wilkinson 2004, S.137). Eine weitere Spalte beinhaltete die Werte von zwei männlichen Papuas, ebenfalls zwischen 30-39 Jahre alt. Diese Spalte war äusserst hilfreich, da Papua Neuguinea in der Nähe von Flores liegt (Wilkinson 2004, S.130). Für die letzten zwei Spalten wurde noch eine zusätzliche Studie, die nicht im «Forensic Facial Reconstruction» Buch





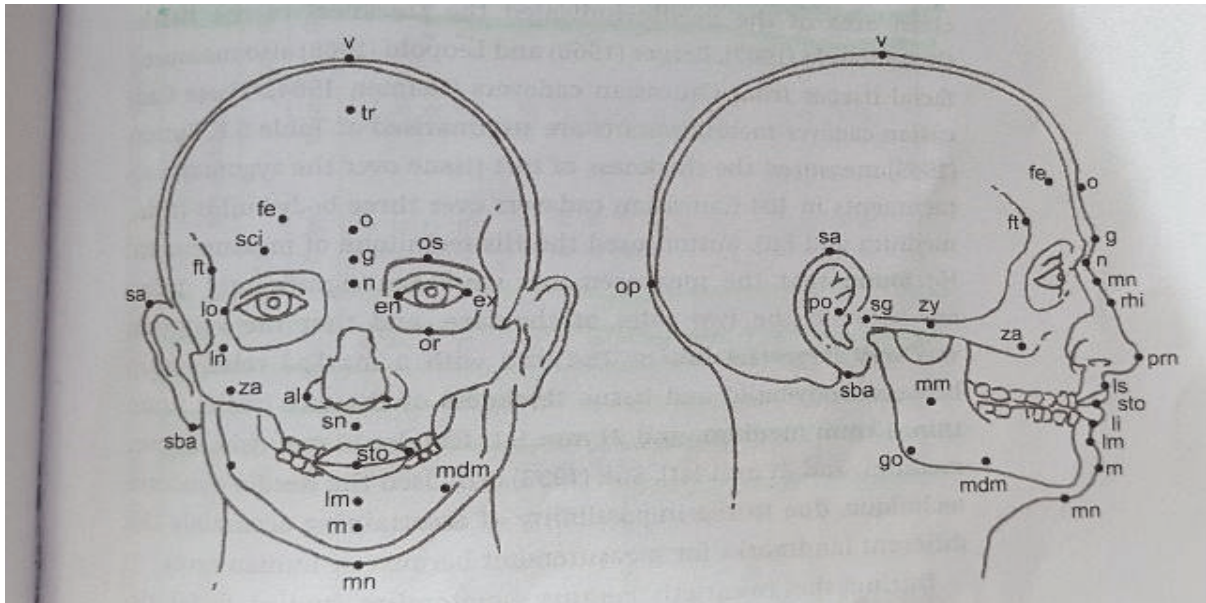


Abbildung 7: Markierung der wichtigsten Gesichtspunkte (Wilkinson 2004, S. 124).

Tabelle 2: Bezeichnungen der wichtigsten Gesichtspunkte und jeweils eine kurze Erläuterung (Wilkinson 2004, S. 124)

<b>v</b>	vertex	Der höchste Punkt auf dem Schädel	<b>ex</b>	exocanthion	Äusserer Augenwinkel
<b>tr</b>	trichion	Der Mittelpunkt des Haaransatzes	<b>al</b>	alare	Der äusserste Punkt der Nasenflügel
<b>o</b>	ophryon	Der prominenteste Punkt der Stirn (gemittelt)	<b>ln</b>	lateral nasal	Schnittpunkt von Orbits und Wangenknochen
<b>g</b>	glabella	Mitte zwischen den Augenbrauen	<b>za</b>	zygomaticus	Wangenknochen; Ansatz- punkt der Zyg. Muskeln
<b>n</b>	nasion	Mittelpunkt des Nasenbeins	<b>zy</b>	Zygomaticus Bogen	Mittlerer Punkt auf dem Zyg. Bogen (Verbindet Wangenknochen und Ohr)
<b>sn</b>	subnasale	Direkt unter der Nase, auch philtrum	<b>sg</b>	supraglenoid	Ansatz des Zyg. Bogen
<b>ls/ li</b>	Oberes/ Unteres Lippen Ende	Zeigt in etwa die Lippendicke	<b>ft</b>	frontotemporale	Begrenzung des Temporalis
<b>lm</b>	labiomental	Gibt die Struktur des Kinns vor; unter den Lippen	<b>mm</b>	midmasseter	Mittelpunkt auf der Seite des Unterkiefers
<b>m</b>	mental	Prominentester Punkt des Kinns	<b>go</b>	gonion	Äusserster Punkt (Ecke) des Unterkiefers
<b>mn</b>	menton	Tiefste Punkt, direkt unter dem Kinn	<b>mdm</b>	midmandible	Mittelpunkt zwischen gonion und menton
<b>os/or</b>	supraorbital/ infraorbital	Höchster und tiefster Punkt des Orbits (Augenhöhle)			

Die Werte der Schimpansen wurden miteinbezogen, da deren Körpermasse durchaus ähnlich zu jenen des LB1 waren. Durch diese drei Studien war die nötige Variabilität da, um tatsächlich realistische Weichteildicken für den LB1 zu schätzen. Schlussendlich nahm ich den Median aller Werte. Dieser lieferte, bei den nur leicht abweichenden Werten, die wohl besten Resultate. Nur Werte, welche beim Durchschnitt eine Abweichung von über 2 mm aufwiesen, wurden einer genaueren Betrachtung unterzogen. Oft entschied ich in diesem Projekt in Richtung Papuas. Nochmals zur Klarstellung: Alle diese Zahlen, also Weichteildicken, waren die Tiefen von Schichten (Muskeln, Fett und Haut), die an bestimmten Orten auf dem Schädel gemessen worden waren. Beispielsweise beim Zygomaticus Bogen (fünfte letzte Zeile) hatte eine Europäerin (dritte Wertespalte) 5.2 mm dicke Weichteile.

In Abbildung 7 wurden alle, in meinem Projekt zu markierenden Gesichtspunkte, gekennzeichnet und erläutert (Tab. 2).

Jetzt arbeitete ich erstmals am 3D-Druck selbst, denn nun musste ich die Gesichtspunkte markieren und die Holzstäbchen gemäss der Tabelle schneiden. Diese wurden dann möglichst senkrecht auf den Schädel geklebt (Abb.8). Nach diesem Schritt war alles bereit, um mit dem Modellieren zu beginnen.

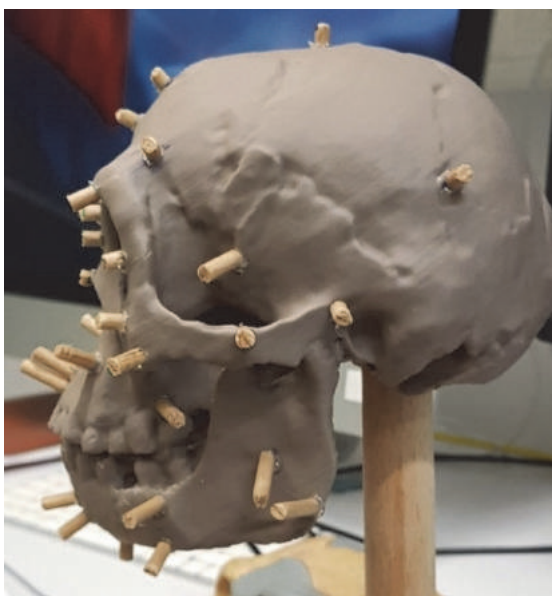


Abbildung 8: Schädel bereit zum Modellieren. Holzstäbchen zeigten die Weichteildicken an.

## 4.4 Muskelmodellierphase

Als Material dafür verwendete ich Industrie-Plastilin, welcher auf etwa 50° Celsius erwärmt werden musste und dann einfach verarbeitbar war, einfacher sogar als Ton. Anders als Ton jedoch blieb das Material nicht lange sehr weich, trocknete aber auch nie komplett aus. Das hiess, egal wie lange ich wartete, ich konnte die getane Arbeit stets verändern. Dies hatte den Vorteil, dass ich mich nicht um das Austrocknen des Tons kümmern musste und dementsprechend die Form jederzeit bearbeiten konnte.

### 4.4.1 Temporalis/ Augen

Der erste Muskel, den ich auftrug, war der *Temporalis*, welcher auf der Seite des Schädels bei den Schläfen ansetzte. Dieser gab dem Kopf, von vorne gesehen, die gewisse Rundung. Sein seitliches Ende befand sich beim *Orbit* und ging hinauf bis zum *frontotemporale*. Sei unteres Ende kennzeichnete der *Zygomaticus Bogen*, er verlief also horizontal vom *lateral nasal* bis zum *supraglenoid*. Gegen aussen hin wurde der *Temporalis* immer dünner (Wilkinson 2004). Zusätzlich konnte ich nun bereits die Augen einfügen. Dafür benutzte ich ebenfalls Plastilin und passte die Augen in die Augenhöhlen ein. Wichtig dabei war, dass die Rekonstruktion am Ende nicht schielte. Dies konnte bei Glasaugen mit dem Glasglanztest einfach überprüft werden. Das bedeutete, ich leuchtete mit einer Taschenlampe von vorne auf die Augen und achtete dabei, dass die Reflektion zentriert war. Für dieses Modell des LB1 bestellten Dr. Eppenberger und ich die Augen bei einem Tierausstopfungs-Institut. Wir entschieden uns für Schimpansen Augen mit einem Durchmesser von 22 mm (vgl. Menschaugen ca. 25 mm). Augen einzufügen war aus wissenschaftlicher Sicht keineswegs notwendig, half aber dem Ausdruck der Rekonstruktion.



Abbildung 9: Temporalis (braun), Glasaugen befestigt mit grauem Plastilin.

#### 4.4.2 Masseter/ Buccinator

Der nächste Muskel war der *Masseter*. Dieser war am unteren Ende des *Zygomaticus* befestigt und verlief bis zum *gonion* und *mid-mandible*. Grundsätzlich war der Muskel der hintere Teil der Wange und beteiligte sich maßgeblich am Zusammenhalt des Ober- und Unterkiefers. Er wurde auch Kaumuskel genannt. Darauf folgte der *Buccinator*. Ein relativ kleiner Muskel, der horizontal verlief und den Platz zwischen dem *Masseter* und dem *Orbicularis oris* ausfüllte. Er ging bis etwa zu den Mundwinkeln, wo er dann in die Grundmuskulatur der Lippen und des Mundes überging. Die Mundwinkel sind übrigens genau senkrecht unter der Iris.

#### 4.4.3 Orbicularis Oris

Der *Orbicularis oris* Muskel musste nun modelliert werden. Dieser bildete die Grundmuskulatur der Lippen und überdeckte die Zähne. Am besten formte ich ihn aus einer länglichen Plastilinwurst, welche ich anschliessend oval förmig auf den *subnasale* platzierte. Dort verstrich ich sie nach oben bis zur Nasenöffnung und gegen unten bis über die Zähne. Die untere Hälfte des *Orbicularis oris* endete direkt beim *labio-mental* (Wilkinson 2004). Der Mund durfte keineswegs lächelnd gezeigt werden, zum einem weil dies respektlos gegenüber dem verstorbenen Menschen gewesen wäre (zumindest in der Forensik) und zum anderen, weil es auch überhaupt nicht nötig war (Wilkinson 2004).

Ein offener Mund war nur dann wünschenswert, wenn dadurch ein Merkmal hervorgehoben werden sollte. Beim LB1 war es durchaus möglich einen offenen Mund zu modellieren, da der Zustand des Gebisses von Wichtigkeit war. Denn die Zähne gaben einige Informationen über das Alter des LB1 (Jacob et al. 2006).

#### 4.4.4 Muskeln des Kinns

Als nächster Muskel kam der *Mentalis*. Er begann beim *menton* und verlief konisch in Richtung des *Orbicularis oris*. Er endete also direkt beim *labio-mental*. Senkrecht überdeckt wurde der *Mentalis* vom *Depressor labii inferioris*, der links und rechts vom *Mentalis* an der Unterseite des Unterkiefers ansetzte und von da zur Unterlippe verlief und mit ihr verschmolz. Schlussendlich kam noch der *Depressor anguli oris*, der an den Mundwinkeln beginnt und von da fächerförmig in Richtung des *mid-mandible* verlief und dort an der Unterseite des Kiefers rund um den *mid-mandible* endete. Er bestimmte einen grossen Teil der Kieferkontur und überlappte den *Depressor labii inferioris*. Die letzten drei Muskeln waren ausschlaggebend für die Mimik und für das Kauen. Der Unterkiefer war nun im fertigen Zustand der Muskelmodellier-Phase (Wilkinson 2004) (Abb. 10).



Abbildung 10: Masseter (rot), Buccinator (blau), Orbicularis oris (grün), Mentalis (violett), Depressor labii inferioris (pink), Depressor anguli oris (orange).



#### 4.4.5 Orbicularis Oculi

Weiter ging es mit den Muskeln rund um die Augen. Vorerst kam der *Orbicularis oculi*, der tellerförmig um das Auge lag. Dazu gehörten auch die Augenlider, welche die Pupille sowohl unten wie auch oben schnitten, so dass ein natürlicher Blick geschaffen wurde. Allgemein arbeitete ich hierbei ein wenig nach Gefühl, denn nur so verhinderte ich einen verschlafenen oder erschreckten Gesichtsausdruck. Der tellerförmige Teil wurde durch den *Orbit* (Augenhöhle) vorgegeben. Er sollte nicht ganz bis zum *nasion* gelangen und oben bis über die Höhe des *gonion* reichen. Der *infraorbital* gab die untere Grenze des *Orbicularis oculi* vor. Ich achtete darauf, dass zwischen Augenlidern und umliegendem Muskel keine zu tiefe Lücke entstand.



Abbildung 11: Neu zu sehen war der *Orbicularis oculi* Muskel. Negativ Beispiel: Der noch zu grosse Spalt zwischen Augenlid und umgebender Muskelteil.

#### 4.4.6 Stirn und restlicher Schädel

Die Muskeln an der Stirn, auf der Ober- und Hinterseite vom Schädel modellierte ich als nächstes. Zuerst kamen der *Corrugator supercilii* und der *Procerus*, welche beide beim *gonion* ihren Ursprung fanden. Sie dienten sozusagen als Verbindungsmuskel zwischen den Muskeln der Nase, dem *Orbicularis oculi* der Augen und dem *Occipitofrontalis* an der Stirn. Ausserdem beteiligten sie sich stets an den Gesichtsausdrücken. Der *Occipitofrontalis* war ein dünner ziemlich breiter Muskel, der die ganze Schädeldecke überdeckte. Sein unteres Ende

mündete im *Orbicularis oculi* (Abb.13), (Wilkinson 2004).

#### 4.4.7 Nase

Nun kam ich dazu die Nase zu modellieren. Tatsächlich gab es auch für die Form der Nase einige Informationen am Schädel.

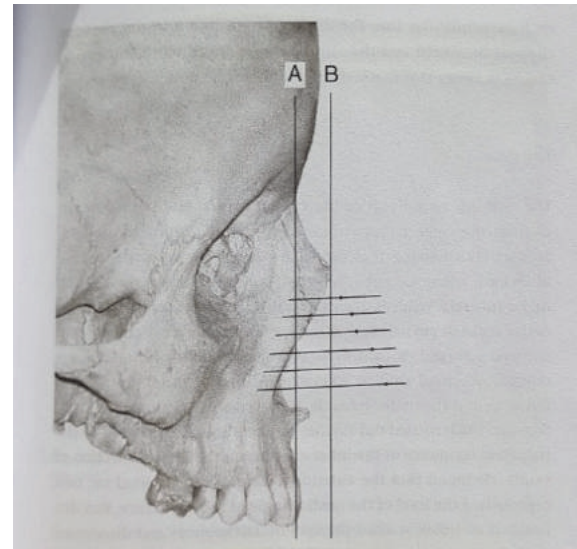


Abbildung 12: Bestimmung des Nasenprofils nach der Lebedinskaya Methode (Wilkinson 2004, S. 109).

Zur Abbildung 12: Die erste Linie A berührte das Nasion, also den tiefsten Mittelpunkt des Nasenbeins, und den Prothion. Die Linie B ist parallel zu A und berührte den äussersten Punkt des Nasenbeins. Nun wurden vier bis sechs zu B/A senkrechte Linien gezogen und die Form der Nasenöffnung wird gespiegelt. Dies geschah entweder indem feine Holzstäbchen angepasst und angeleimt wurden oder ohne Hilfsmittel durch Intuition. Ich verwendete eine Mischung aus beiden Optionen. Die Nase war aufgrund ihres Knorpels schwer zu 100 Prozent richtig zu rekonstruieren. Mehr als sonst musste ich eine Annahme treffen. Die Nasenflügel formte ich durch zwei Streifen aus Plastilin. Ich krümmte sie mithilfe von Dr. Eppenberger und passte sie einzeln an die Nasenknochenöffnung an. Der mittlere Teil der Nase konnte dann noch hinzugefügt werden. Beim Modellierungsprozess der Nase brauchte es Geduld, denn ich musste mehrere Male neu beginnen, bis ich ein zufriedenstellendes Resultat vor mir hatte. Die Nase oder zumindest das Grundgerüst jener, verband ich nun mit den Stirnmuskeln und den Augenmuskeln. Dafür

gab es den *Levator labii superioris alaeque nasi*; ein feiner Streifen, der seitlich der Nase entlang verlief. Er entsprang dem *Corrugator supercilii* beim *gonion*, berührte den *Orbicularis oculi* und endete beim *alare*. Der *Nasalis* verlief parallel zum vorher genannten Muskel, aber schon fast auf dem Nasenrücken. Er hatte denselben Ursprung wie der *Levator labii superioris alaeque nasi*, verlief dann jedoch in den Nasenflügel hinein. Ich fügte dann noch zwei Muskeln, welche die Nase, die Lippen und die Augenmuskeln verbinden, hinzu. Zum einen der *Levator anguli oris* Muskel, der ein flacher und dünner war und beim infraorbital startete, bis er hin am alare vorbei in den Mundwinkeln verlief. Er wurde überdeckt vom *Levator labii superioris*, der direkt vom *lateral nasal* und *infraorbital* fächerförmig runter am alare vorbei zur Oberlippe verlief. Er war ein fächerförmiger Muskel, der stark von den Wangenknochen und dem Orbit geprägt wurde. All die genannten Muskeln wären wichtig für Mimik und andere Funktionen wie blinzeln (Wilkinson 2004), (Schünke et al. n.d.).



Abbildung 13: *Occipitofrontalis* (blau); *Corrugator supercilii* (orange), *Procerus* (gelb); *Levator labii superioris alaeque nasi* (rot); *Nasalis* (grün); *Levator labii superioris* (pink); *Levator anguli oris* (hellgrün), nur der unterste Zipfel sichtbar.

#### 4.4.8 Zygomaticus minor/major

Die Backen zu Backen zu machen, war mein Ziel beim Modellieren der *Zygomaticus major* und *minor* (Abb. 18). Beides waren relativ schmale streifenförmige Muskeln. Der *Zygomaticus minor* war der dünnere von beiden und hatte seinen Ansatz zwischen dem *lateral nasal* und dem *zygomaticus*. Er verlief diagonal gegen unten und fügte sich beim alare in die Oberlippe ein. Der *Zygomaticus major* begann direkt beim *zygomaticus* und ging von dort bis zum Mundwinkel, wo er mit allen anderen Muskeln, wie dem *Buccinator* oder dem *Depressor anguli oris* zusammenkam. Diese beiden Muskeln waren relativ fragil, da sie zu diesem Zeitpunkt so zu sagen noch in der Luft schwebten. Um also Schäden in der Zukunft zu verhindern, klebte ich etwas Material hinter die Streifen.

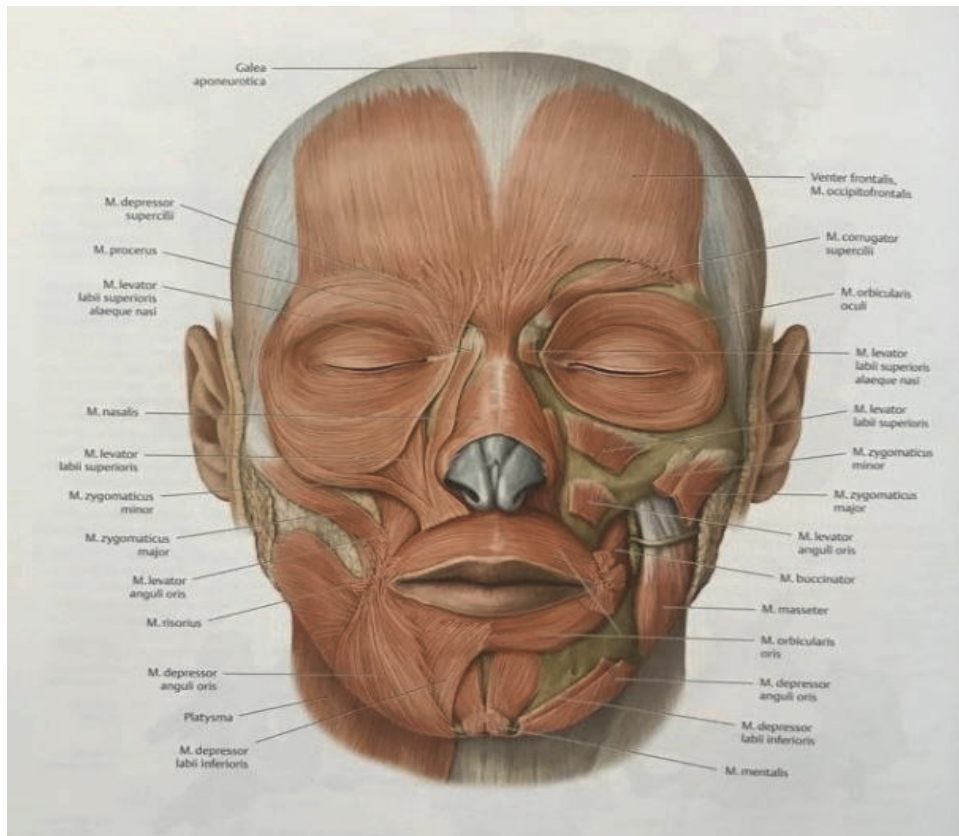


Abbildung 15: Die Gesichtsmuskeln aufgeführt im Prometheus Atlas der Anatomie, (Schünke et al. 2006, S. 78). Diese Abbildung diente als zusätzliche anatomische Orientierung.

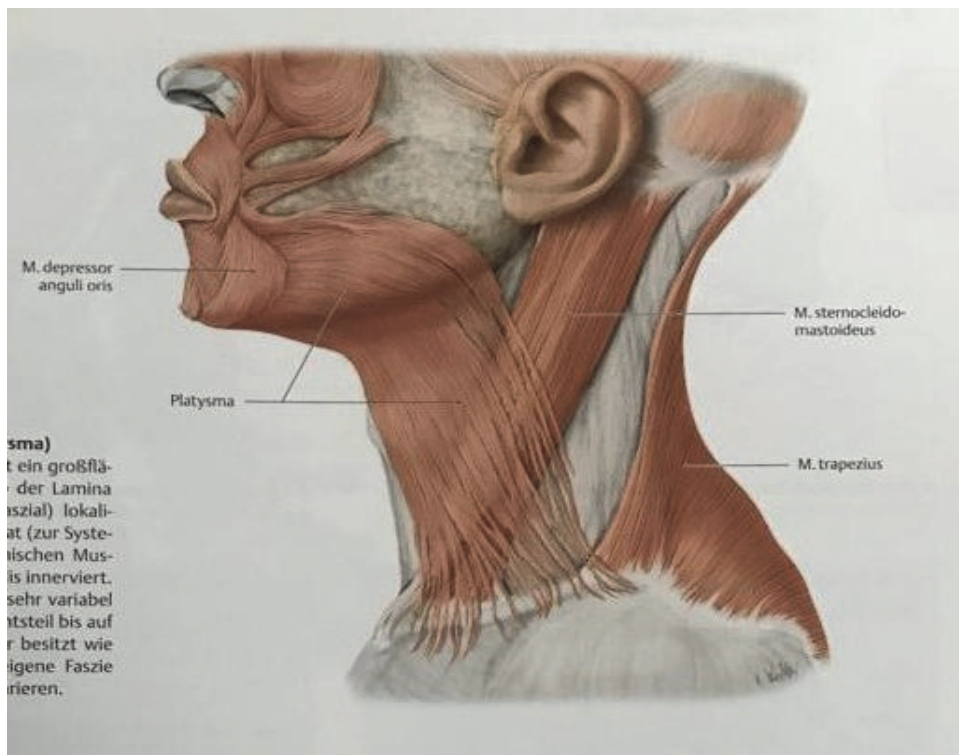


Abbildung 14: Die Muskeln des Halses aufgeführt im Prometheus Atlas der Anatomie, (Schünke et al. 2006, S. 89). Diese Abbildung diente als zusätzliche anatomische Orientierung.



#### 4.4.9 Halsmuskulatur

Langsam aber sicher unternahm ich nun auch erste Schritte bezüglich der Halsmuskulatur. Der Nacken war nicht der Hauptfokus der Rekonstruktion, und ich modellierte ihn deswegen eher schematisch. Modelliert wurden nur die zwei äusserlich sichtbaren Halsmuskeln. Hals und Nacken gaben der Rekonstruktion vor allem eine gewisse Natürlichkeit und auch Stabilität, doch er gab wenig tatsächlich für den LB1 spezifische Informationen her. Um nicht zu viel des Plastilins zu verbrauchen, wickelte ich ein anderes Stützmaterial (bspw. Schaumstoff) um den Holzstab. Auf dieses Gerüst setzte ich dann grob zuerst den *Trapezius* an. Der Ansatz dieses Muskels war am Hinterteil des Schädels. Wie im Namen schon erwähnt, hatte er die Form eines Trapezes und war ziemlich breit. Dann kam der *Sternocleidomastoid*, der von hinter dem Kiefer wie ein Seil runter in Richtung Mitte des Halses unter dem Kinn verlief. Anschliessend konnte ich mit mehr grauem Material, von unten her auffüllen, so dass ein richtiger Hals entstand.



Abbildung 17: *Trapezius* (rot), *Sternocleidomastoid* (grün), ausserdem Stützmaterial, dass die beiden anderen Muskeln ein wenig ihrer Positionen verharren konnten (blau), musste anschliessend entfernt werden.

Nun begann das Ausarbeiten der Halsmuskulatur. Wichtig: Die erwähnten Muskeln sollten sich vom Füllmaterial abheben, da sie nach Überzug der Haut noch immer sichtbar sein mussten. Bei genauerer Betrachtung der Anatomie-Puppe in Echtgrösse, fügte ich noch feinere, kleinere Muskeln am Hals hinzu (Abb. 20).



Abbildung 16: Feinere Ausarbeitung des Halses. Sichtbar: Auffüllen/ Konstruktion des Halses mit extra Material. Wichtig ist, dass auch der Bereich der Kehle entsprechend bearbeitet wurde.

#### 4.4.10 Fettschicht

Der Rekonstruktion fehlte noch die Fettschicht der Wangen, die unter den bereits modellierten *Zygomaticus major* und *minor* Muskeln zu liegen kam. Sie wurde aus kleinen Plastilinbällchen aufgebaut und anschliessend verstrichen. So bekam die Fettschicht tatsächlich einen realistischen Ausdruck. Schlussendlich musste nur noch der *Risorius* hinzugefügt werden. Dieser war ebenfalls für die Struktur der Backen verantwortlich, sowie für Sprechen, Mimik oder Kauen. Und wie auch die *Zygomaticus* Muskeln war dies ein streifenartiger Muskel, der im *midmasseter* seinen Ursprung hatte und im Mundwinkel mit den restlichen Muskeln zusammenfloss (Wilkinson 2004).

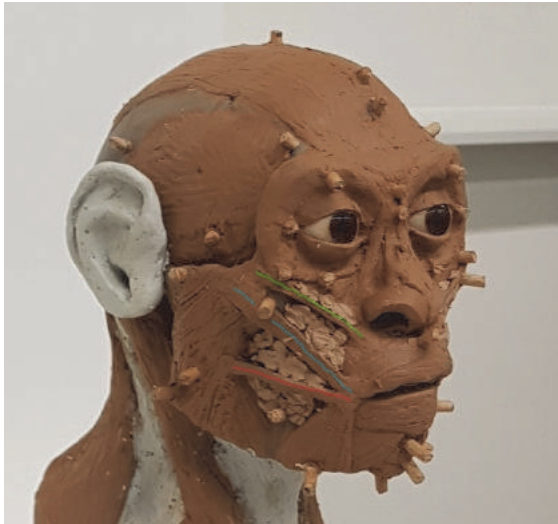


Abbildung 18: Zygomaticus major (fein blau), Zygomaticus minor (fein grün), Risorius (fein rot), Fettschicht (helleres Plastilin).

## 4.5 Hautmodellierphase

Die Rekonstruktion der Muskeln war hiermit abgeschlossen. Der Schädel sollte nun einen spezifischen und individuellen Ausdruck bekommen haben (vgl. Kap. 3.2, Abb. 4). An diesem Punkt überarbeitete ich nochmals das ganze Gesicht. Die Holzstäbchen hatten nun eigentlich ausgedient, denn nun musste die Rekonstruktion mit dem kritischen Blick des Anatomen begutachtet werden. Die Stäbchen zeigten im Allgemeinen ja nur einen Durchschnitt der Weichteildicken für ein gewisses Alter, Geschlecht oder Herkunft. Diese Dicken konnten je nach Individuum variieren. Grundsätzlich gaben die Muskeln direkt die Informationen des Schädels wieder und daher verliess ich mich immer auf die Morphologie des Schädels. Die Holzstäbchen waren nur Richtlinien und konnten möglicherweise ein wenig irreführend wirken. Wenn nötig entfernte ich auch einige der Stäbchen, falls sie beim nächsten Schritt, also dem Auflegen der Haut, störten.

### 4.5.1 Ohr

Endlich konnte ich der erste auch im Endeffekt sichtbare Teil der Rekonstruktion modellieren. Gleichzeitig war er aber auch der schwierigste: Das Ohr. Der schwierigste Teil war er deswegen, weil ziemlich wenig Information aus der Morphologie des Schädels abgeleitet werden konnte. Ich lehnte mich hierbei ziemlich weit aus dem Fenster, denn ich traf Annahmen.

Doch Vollständigkeitshalber und ironischerweise auch zur Glaubwürdigkeit der gesamten Arbeit entschied ich mich beim LB1 das Ohr nicht wegzulassen, so wie das auch in den meisten Gesichtsrekonstruktionen der Fall war.

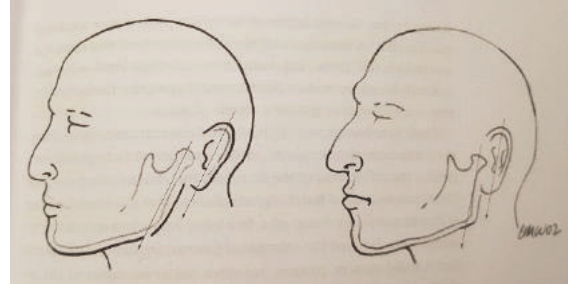


Abbildung 20: Der Winkel des Ohrs wurde durch den Kiefer festgelegt. Wilkinson 2004, s. 121

Es gab zwei wesentliche Punkte, auf die ich achten musste bei der Platzierung des Ohrs. Der erste war der Winkel, in welchem das Ohr zum Kopf ausgerichtet war. Dieser wurde durch den Kieferknochen festgelegt, weil die beiden Achsen des Ohrs und des Kiefers parallel zueinander waren (Abb. 19), (Wilkinson 2004). Ebenfalls wichtig war die richtige Verbindung des Gehörgangs zum Ohr. Das hiess die Öffnung des Ohrs musste kongruent sein mit dem Gehörgang, der im Schädel gut erkennbar war. Diese Information bekam ich von Dr. Eppenberger. Das Ohr, gerade beim LB1, musste nach Gefühl modelliert werden und wurde dann angeklebt. Ich machte es nicht zu anliegend an, denn schliesslich kamen noch gut 5 mm der Haut zwischen Ohr und den Muskeln.



Abbildung 19: Stand nach Abschluss der Muskelmodellierphase + Ohren. Ebenfalls sichtbar: Die finale Ausarbeitung des Halses.

#### 4.5.2 Haut

Der letzte Schritt der Rekonstruktion bestand darin die Haut aufzutragen. In der Forensik könnte dies als bedeutendster Schritt betitelt werden, denn damit wurde eine Person erkennbar. Bewusst wurde nicht der Begriff «wichtigster» Teil verwendet, denn wie bereits erwähnt, war die ganze Muskelphase absolut entscheidend für das Endresultat. Doch genau darin bestand auch das Risiko dieses Schrittes: Es sollte nicht dazu kommen, dass die Haut plötzlich ein verfälschtes Bild des Individuums erzeugte. Es war von äusserster Wichtigkeit, dass ich die Haut so auftrug, dass die darunterliegende Struktur gut zu erkennen blieb. Die Haut war an den meisten Stellen circa fünf Millimeter dick, deswegen rollte ich das Plastilin auf diese Dicke aus. Das Material durfte dabei weder zu weich sein, weil ich es sonst plattgedrückt hätte, noch zu hart, da ich ansonsten Schwierigkeiten gehabt hätte, es in die richtige Gestalt zu formen. Anschliessend glich ich den ausgewählten Teil mit Partien des Gesichts ab und schnitt ihn dementsprechend zu (Abb. 21). Danach musste die Haut mit einem Gegenstand an die Muskelkontur angedrückt werden (Wilkinson 2004). Dazu eignete sich ein Schwamm oder ein Stück Schaumstoff. Zu vermeiden waren lediglich Materialien, welche Kerben oder Dellen (oder Fingerabdrücke) auf der Haut hinterliessen. Nun bestückte ich

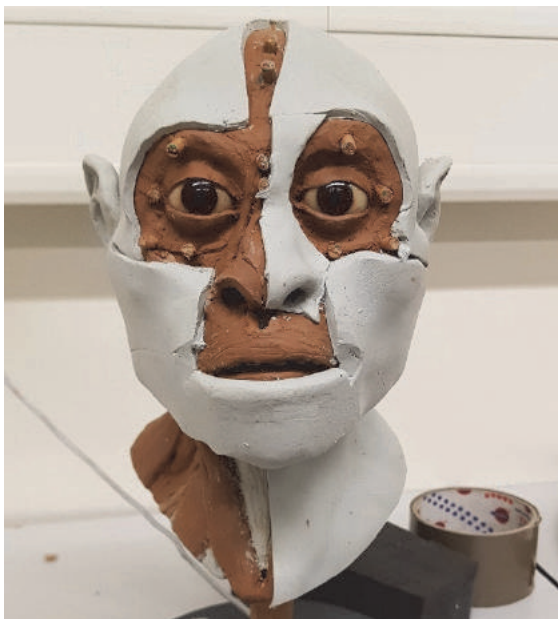


Abbildung 22: Gesichtsrekonstruktion beim Aufmodellieren der Haut.

Fetzen für Fetzen den ganzen Schädel. Klar war, dass auf der Nase oder den Augenlidern nicht ganze fünf Millimeter nötig waren. Auch hier folgte ich zu einem gewissen Grad der eigenen Intuition. Beim Auftragen der Haut war es wichtig mit genügend Kraft zu arbeiten. Natürlich durften die unterliegenden Schichten nicht beschädigt werden, dennoch musste ich Druck erzeugen, denn, wie schon erwähnt, musste die Haut die Kontur der Muskeln, also des Schädels, übernehmen. Um die einzelnen Flecken zusammenzufügen, verschloss ich die Fugen und verstrich das Material. Zum Abschluss erwärmte ich den Kopf noch leicht mit einem Föhn, um allfällige Unreinheiten auszubessern.

Der finale Schritt darf keineswegs unterschätzt werden. Bei bewanderten Konstruierenden ist dieser Teil sogar derjenige, vor welchem sie am meisten Respekt zeigen: Denn selbst die schönste und genaueste Gesichtsrekonstruktion beim Muskelstadium kann durch das Hinzufügen der Haut zu einem maskenhaften Konstrukt werden, bei dem es dem Betrachter schwer fällt, es mit einem Menschen in Verbindung zu bringen (Wilkinson 2004).



Abbildung 21: Fertige Rekonstruktion des LB1 nach der "Manchester Method of facial reconstruction".



## 4.6 Präsentation meiner Gesichtsrekonstruktion

In diesem Teil möchte ich mein Produkt noch präsentieren. Dafür vergleiche ich Bilder der LB1 Gesichtsrekonstruktion mit Bildern aus dem Prometheus Atlas der Anatomie (Schünke et. Al. 2006). Dabei soll auf Muskelansätze und

Muskelverläufe geachtet werden. Man muss bedenken, dass es sich beim LB1 nicht um einen normalen H. Sapiens handelt, wie dies im Anatomie Atlas der Fall ist. Deswegen soll auch auf Unterschiede diesbezüglich geachtet werden.

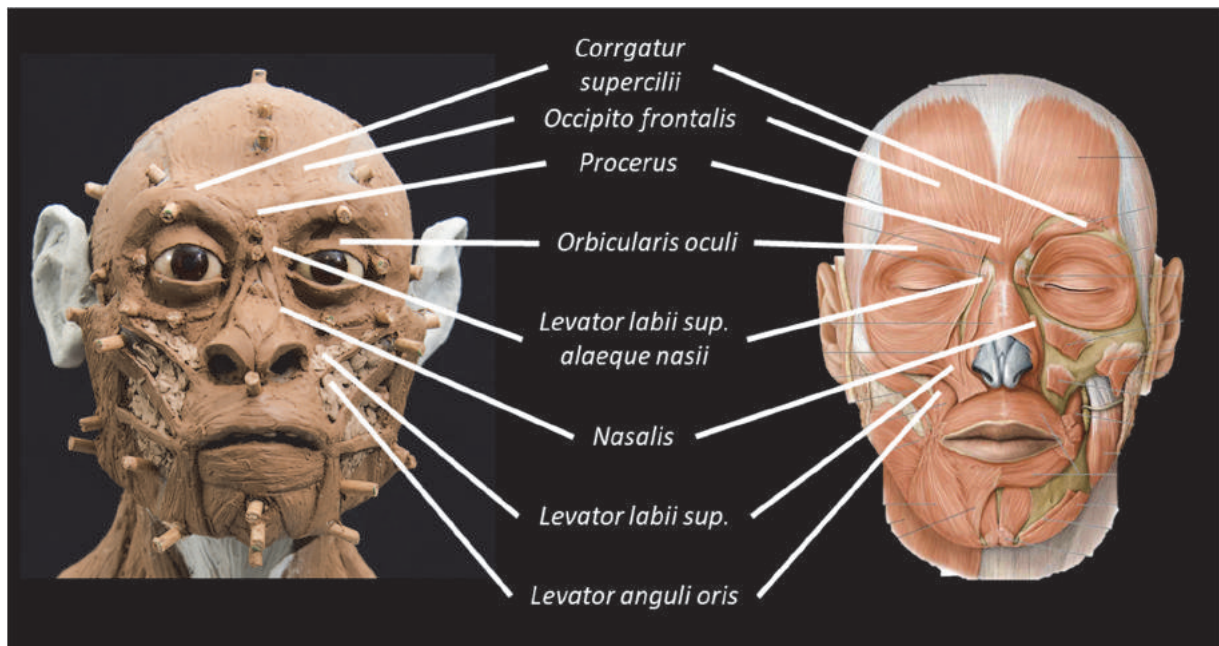


Abbildung 23: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf den Muskeln der Nase, den Augen und der Stirn. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet.

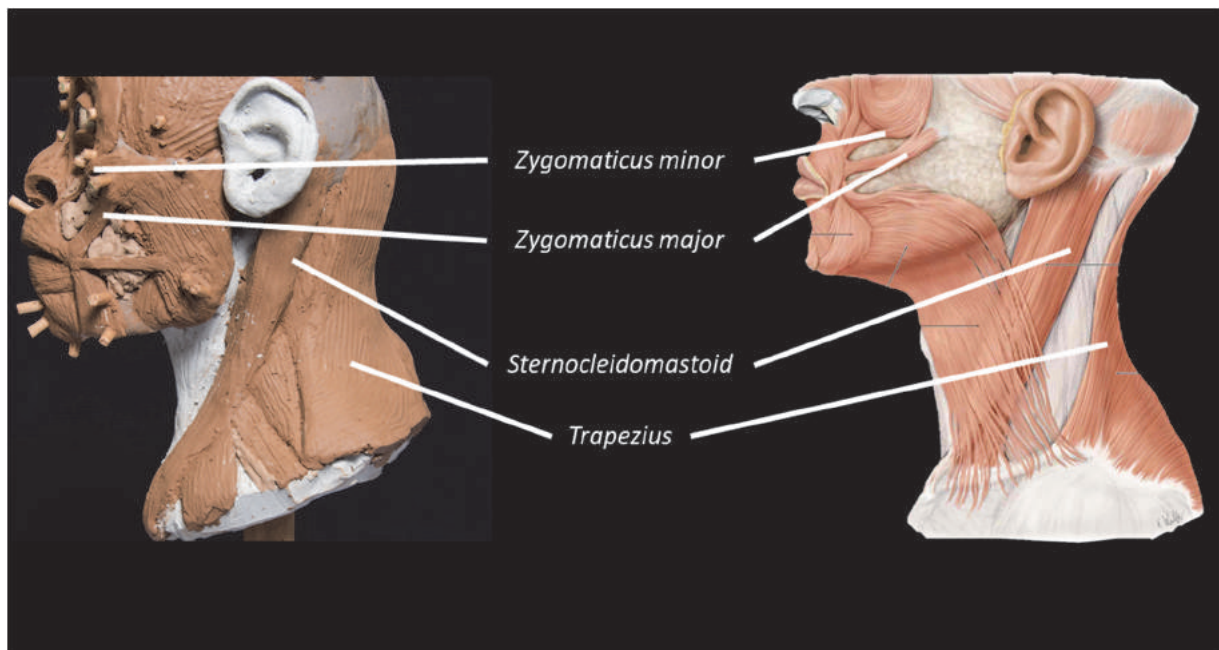


Abbildung 24: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf den Muskeln der Wangen und des Halses. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet.



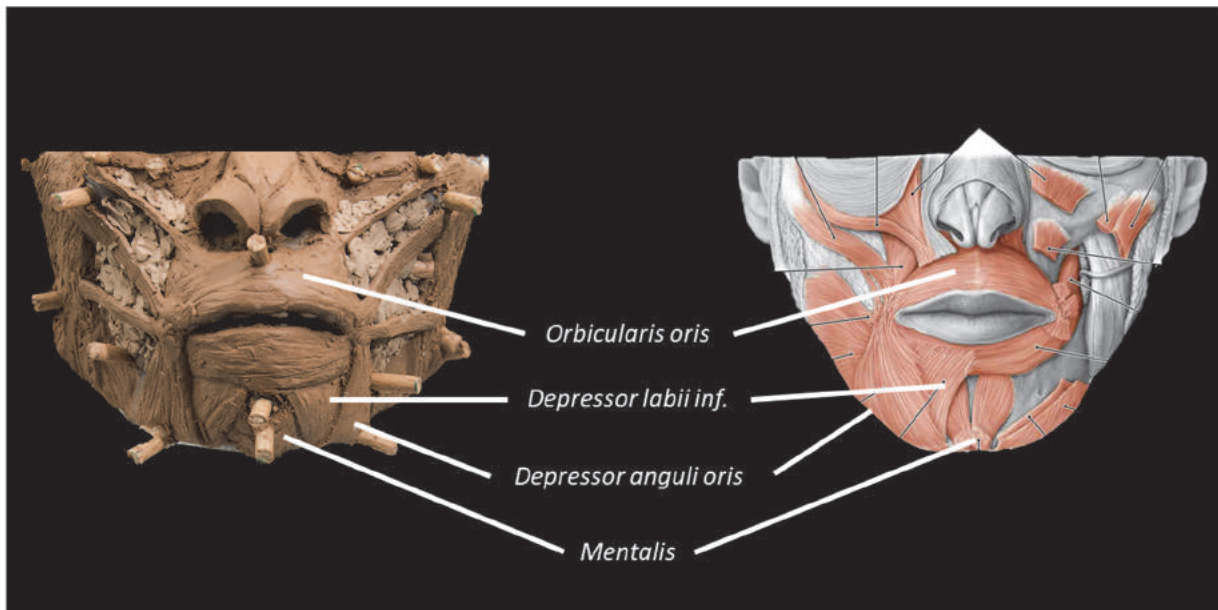


Abbildung 25: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf den Muskeln des Mundes und des Kinns. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet.

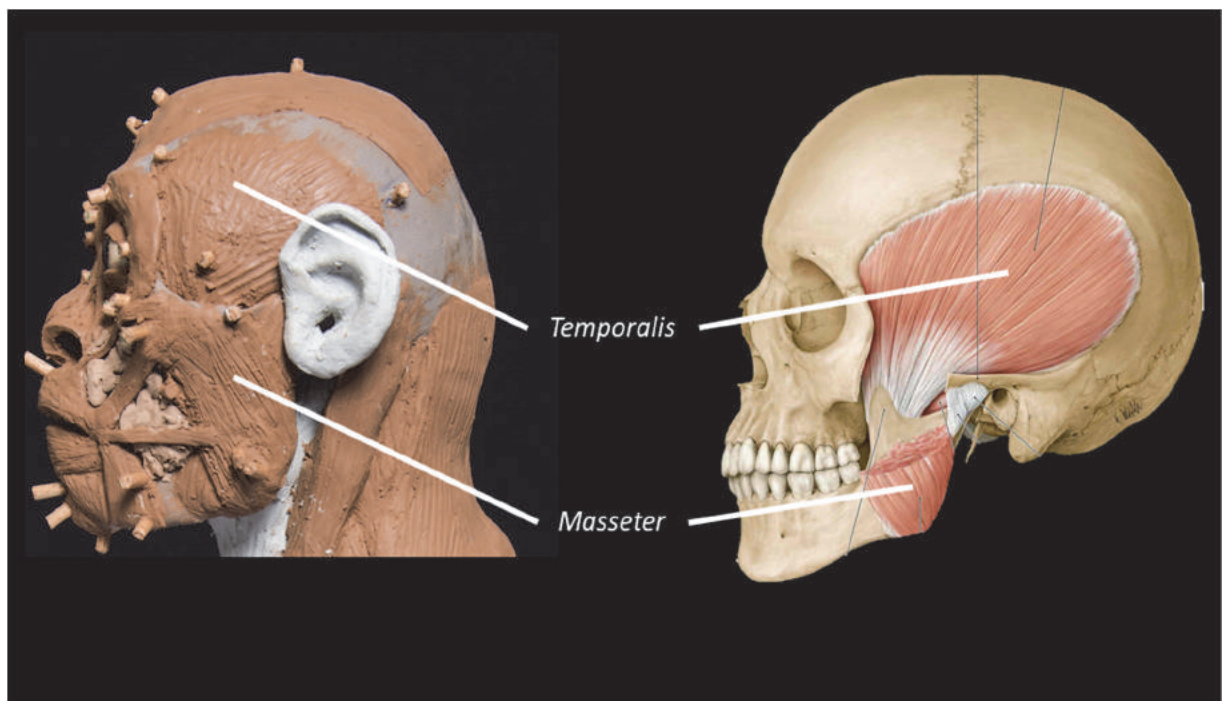


Abbildung 26: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf dem Masseter und dem Temporalis. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet.

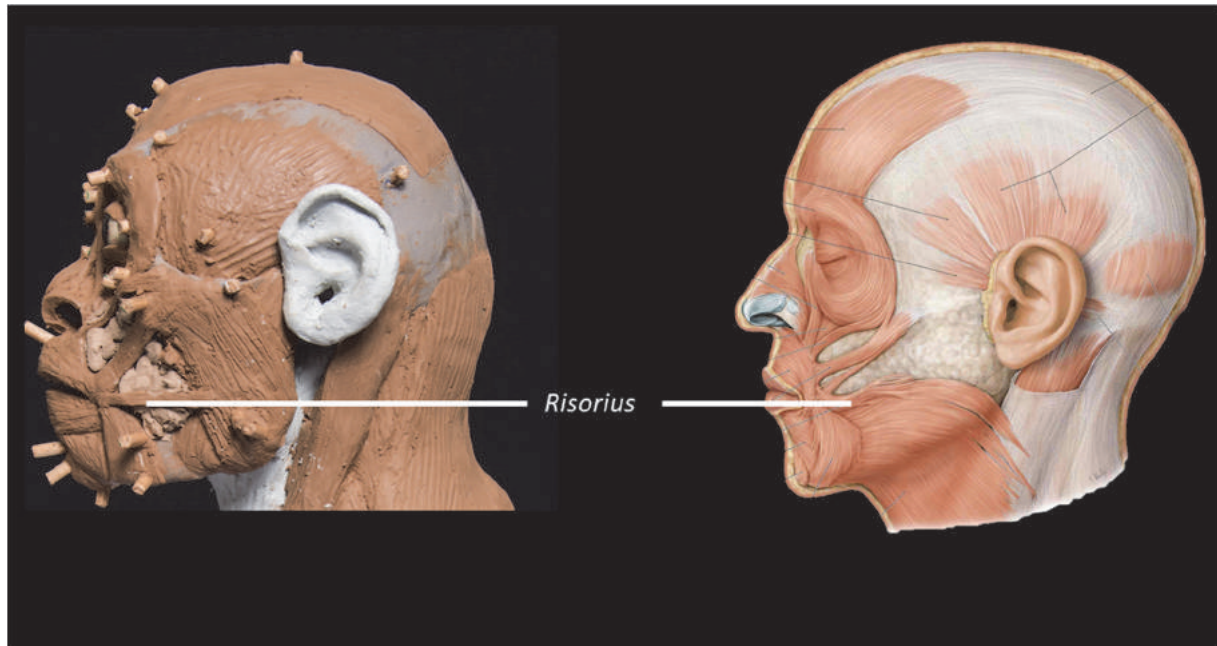


Abbildung 27: Vergleich der LB1 Gesichtsrekonstruktion im fertigen Zustand der Muskelphase mit einer Abbildung aus einem Anatomie Atlas (Schünke et. al. 2006). Der Fokus liegt auf dem Risorius und den Schädeln im Seitenprofil. Das Bild aus dem Anatomie Atlas wurde für die bessere Visualisierung bearbeitet.



Abbildung 28: Der Prozess meiner Gesichtsrekonstruktion. Zuerst 3D-Modell (links), Stadium der Muskelphase (mitte), fertige Rekonstruktion (rechts).

## 5 Diskussion

### 5.1 Diskussionspunkte

Hier will ich auf einige Aspekte meines Prozesses eingehen. Zuerst muss ich aber noch auf die digitale Rekonstruktion des Cro Magnon-1 zurückkommen (Abb.2, Kap.3.1). Der Grund, warum ich «realitätsgetreu» hervorgehoben habe, ist der Fakt, dass eine solche Arbeit nur vermeintlich realer ist, als etwa meine. Es ist wichtig für beispielsweise Ausstellungen, solche aufwendig ausgearbeiteten Rekonstruktionen zu zeigen, denn sie wirken eindrücklich und faszinierend auf den Betrachter. Doch, wie schon angesprochen, beantworten solche Projekte Fragen, auf die es eigentlich gar keine Antworten gibt. Damit meine ich Aspekte, wie zum Beispiel die Frisur, die Hautfarbe oder die Hautbeschaffenheit. Diese Annahmen werden vermutlich ohne grosse wissenschaftliche Grundlage getroffen, weil es grösstenteils gar keine Informationen gibt. Alle diese zusätzlichen Merkmale sind zwar nicht zwingend falsch, aber sie sind eben auch nicht richtig. In meiner Arbeit verzichte ich, aus eben angesprochenen und aus zeitlichen Gründen, auf Haar- und Hautdetails.

Meine Arbeit basiert auf einer Methodik, die es schon seit ein und halb Jahrzehnten (Wilkinson 2004) gibt. Die Faszination der Gesichtsrekonstruktion im Allgemeinen besteht allerdings schon sehr viel länger. Trotzdem wäre meine Arbeit ohne die fortgeschrittene Technik von heute nicht vorstellbar. Es beginnt, wie schon erwähnt, bei der Kopie des Schädels. Der 3D-Druck hat mir einige aufwendige Schritte erspart. Ausserdem ermöglichen das neue Material, also das Plastilin, neue Optionen in der Bearbeitung. Nach Abschluss der Gesichtsrekonstruktion behaupte ich daher, dass ich durch die vorgenommenen Anpassungen die «Manchester Method of facial reconstruction» optimiert habe.

Der Prozess, in welchem die Haut modelliert wird, ist einer der schwierigsten Teile der Rekonstruktion. Dies hat für mich aber nicht nur den bereits im Prozess erwähnten Grund. Für

mich war es ernüchternd, die ganze aufwendige Arbeit der Muskelmodellierphase einfach zu überdecken. Ich war stolz auf das Resultat, das mir vorlag, als ich den letzten Muskel modelliert hatte und konnte mir nur schwer vorstellen, diesen gesamten Fortschritt direkt wieder ungeschehen zu machen. Deswegen ist es mit Dr. Eppenberger zur Debatte gekommen, ob wir erneut einen 3D-Druck der gesamten Muskelphase erstellen sollten und diesen anschliessend mit Haut überziehen sollen. Nach eingehender Überlegung bin ich zur Entscheidung gekommen, dies nicht zu tun. Tatsächlich habe ich schliesslich sogar einen gewissen Gefallen daran gefunden, dass die aufwendige Arbeit des Projekts im Verborgenen bleibt. Mir gefällt der Gedanke, dass nur Konstruierende das wahre Ausmass, ja das wahre Gesicht, dieser Arbeit kennen.

Schlussendlich muss ich noch auf die Hautfarbe zu sprechen kommen: Die Wahl von Grau hat mehrere Gründe. Zum einen die Tatsache, dass ich nur zwei Farben (braun und grau) und mögliche Mischkombinationen zur Verfügung hatte. Ausserdem ist dieses Grau keine Farbe, die so in der Natur vorkommt und dementsprechend keine Annahme. So umgehe ich das alte Thema, nämlich dass niemand weiss wie der LB1 wirklich ausgesehen hat und dass jede willkürliche Annahme eine Verfälschung des Resultats bedeutet. Mit der Wahl von Grau gehe ich auch der Frage aus dem weg, ob Braun als Hautfarbe anmassend aufgenommen werden könnte. Diese Frage ist bei der Thematik vom LB1 auch nicht nötig. Schlussendlich stimmt die Farbe auch etwa mit der von in Formalin eingelegten Leichen überein und hat somit einen Bezug zur Medizin und zur Anatomie.

### 5.2 Debatte zum LB1

Der LB1 ist ein Individuum, das 2003 auf der Insel Flores entdeckt wurde und der Art *Homo Floresiensis* zugeordnet wird. Doch unter Forschern besteht eine Debatte, ob diese Klassifizierung als eigene Homo-Art rechtmässig sei. In meiner Arbeit bringe ich mich unvoreingenommen in diese Debatte ein, indem ich eine eigene Gesichtsrekonstruktion von diesem

60'000 – 100'000 Jahre alten Exemplar beisteure. In diesem Teil meiner Arbeit möchte ich beide unterschiedlichen Seiten dieser Debatte aufzeigen und diskutieren.

### 5.3 Begriffsklärung

Um uns mit dieser Frage auseinandersetzen zu können, müssen wir uns bewusst werden, auf welcher Diskussionsebene wir uns befinden. Zusätzlich probiere ich eine Definition des Art-Begriffes zu finden.

Abbildung 29 (Tierarten – Klexikon - Das Freie Kinderlexikon n.d.) zeigt die biologische Systematik zur Klassifizierung eines Lebewesens. Im Fall meiner Arbeit befinde ich mich beim LB1 im Reich der vielzelligen Tiere, in der Stammgruppe der Neumünder und im Unterstamm der Wirbeltiere. Die Klasse des LB1 ist Säugtiere, und die Ordnung ist Primaten oder noch genauer Altweltaffen. Der LB1 ist in der Familie der Menschenaffen (Hominidae), der Unterfamilie Homininae und im Tribus Homini. Die Gattung ist Homo (Menschen). Bis hierhin ist, egal ob *Homo Erectus*, *Homo Habilis* oder *Homo Sapiens*, die Systematik exakt die gleiche. Und auch beim LB1 haben wir diese Einteilung. Meine Diskussion konzentriert sich allein auf den Rahmen des untersten Abteils (Art).

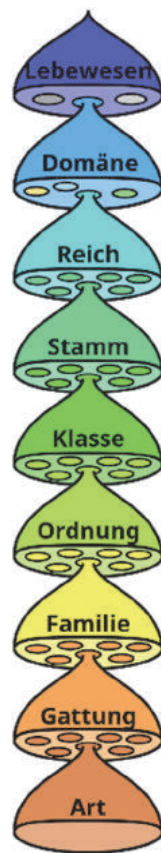


Abbildung 29: Biologische Systematik.

Bei der Definition des Art-Begriffes aus evolutionärer Sicht stösst man auf Schwierigkeiten. Im Markl findet man folgenden Versuch zur Beschreibung des Wortes: «Eine Art umfasst eine Gruppe, die in Zeit und/oder Raum über die Fortpflanzung miteinander verbunden sind.», (Markl et. al. 2010). Hier wird sowohl der

morphologische Aspekt der Art, also der Ähnlichkeit, erwähnt wie auch der biologische Aspekt der Fortpflanzung. Ebenfalls wird der phylogenetische Aspekt der gleichen Abstammung über einen bestimmten Zeitraum angesprochen. Doch eine genaue Abgrenzung von einer Art zu einer anderen bei einem kniffligen Fall scheint durch diese Definition nicht möglich, weil die verwendeten Begriffe zu offen und unspezifisch formuliert sind.

Eine andere Definition des Glossary of Common Terms and Definitions in Marine Biology lautet: «Eine Gruppe Organismen, die sich von allen anderen Gruppen von Organismen unterscheiden und sich untereinander fortpflanzen und fruchtbaren Nachwuchs erzeugen können. Dies ist die kleinste Klassifizierungseinheit für Pflanzen und Tiere.», (Glossar: Art (Biologie) n.d.).

Ich denke, es ist offensichtlich, dass es schwierig ist, eine gute und zutreffende Definition zu finden. Denn oft wird die Fortpflanzung innerhalb einer Population als Artenmerkmal genannt. Jedoch ist es keineswegs selten, dass es sogenannte Hybrid-Formen gibt, also Exemplare, welche aus der Paarung von unterschiedlichen Arten hervortreten. Ausserdem gibt es Lebewesen, die sich asexuell fortpflanzen, was wir aber beim LB1 ausschliessen können. Abgesehen davon ist der Reproduktionsaspekt der Artbestimmung kein Mittel, auf das wir hier zurückgreifen können. Doch unsere Definitionsversuche deuten auch auf die genetischen und morphologischen Unterschiede von Arten hin.

Hier stehen wir erneut vor einem Problem. Denn von den Funden in der Liang Bua Höhle konnten keinerlei DNA Spuren gesichert werden (Auf der Jagd nach den Nachfahren der „Hobbits“ | National Geographic n.d.). Dies führt nebenbei auch dazu, dass keine genaue wissenschaftliche Aussage zum Geschlecht des LB1 getroffen werden kann, da auch nur Teile des Beckens erhalten sind (Brown et al. 2004). Es bleiben also nur noch die morphologischen Merkmale, mithilfe derer ich die Diskussion führen werde. Eindeutig in allen Definitionen ist der Aspekt, dass in mehreren Teilen des



Körpers grosse, noch nie gesehene Unterschiede sichtbar sein müssen, um eine Population als neue Art betiteln zu können. Wie schon erwähnt, zeichnet sich der LB1 durch seine kurzen Körpermasse aus. Inwiefern es zu einer Diskussionsfrage kommt, obwohl die einzigartigen Merkmale nach unserer Definition klar für eine eigene Homo-Art plädieren, bespreche ich in den folgenden Passagen.

## 5.4 Argumentation pro Homo Floresiensis

Als Grundlage für diese Seite der Argumentation nehme ich die Arbeit von P. Brown, die im Oktober 2004, also rund ein Jahr nach der Ausgrabung des LB1, veröffentlicht wurde, (Brown et al. 2004). Zuerst will ich darauf eingehen, welche Merkmale ausschlaggebend sind für die neue Klassifizierung, und anschliessend will ich deren Begründung für die Entwicklung der neuen Art erläutern.

## 5.5 Ausschlaggebende Merkmale

### 5.5.1 Hirnvolumen

Das extrem kleine Hirnvolumen ist das auffälligste Merkmal des ganzen Fundes. Der Grund für solch ein kleines Endokranium könnte Pathologie sein, aber es könnte sich auch um ein Jungtier handeln oder um ein typisches Merkmal einer Spezies. Das Jungtier können wir in diesem Fall ausschliessen, da anhand der Zähne klar ist, dass es sich um ein ausgewachsenes Exemplar handeln muss (Brown et al. 2004). Glücklicherweise kann dank des ziemlich gut erhaltenen Schädels das Hirnvolumen ziemlich einfach durch Auffüllen mit Senfkörnern errechnet werden. Die Messung von 2004 zeigt Werte von 380 ml. Zum Vergleich betrachten wir den Wert von den Homo Sapiens. Dieser liegt bei 1296 ml im Durchschnitt mit einer Abweichung von +/- 149,7 ml (Argue et al. 2007.). Die Messungen von LB1 liegen also gut 6.1 Standardabweichungen darunter. Als Standardabweichung bezeichnet man in der Forschung die Differenz zwischen dem Durchschnitt und der extremsten Abweichung zum Durchschnitt. Im angesprochenen Fall ist der durchschnittliche Wert des Hirnvolumen des *H.*

*Sapiens* 1296 ml. Bei den Messungen für diesen Wert ist die grösste Abweichung bei +/- 149.7 ml. Diese 149.7 ml ist also die Standardabweichung. Eine Abweichung von 6.1 Standardabweichungen ist schon ziemlich beeindruckend, wenn man darüber nachdenkt. Tatsächlich liegt dieser Wert etwa im Rahmen des Australopithecus, welcher Masse von 400-550 ml aufweist (McHenry and Coffing 2000). Zusätzlich ist es wichtig zu wissen, dass die kleinsten Messungen bei Homo-Exemplaren bei 600 ml liegen (HOWELL 1991). Eine Einstufung in eine eigene neue Art liegt also ziemlich nahe, aber bei der Isolation dieses einzelnen Merkmals wirkt es schon fast so, als könnte der LB1 auch zur Gattung der Australopithecus gehören.

### 5.5.2 Körpergrösse/ Gliederlänge

Weiter fasziniert die geringe Grösse des Oberschenkelknochens. Die Länge des Femur (= Oberschenkelknochen) vom LB1 beträgt 280 mm (Brown et al. 2004). Im Vergleich: Ein Mensch mit der Körpergrösse von 163 cm hat ein Femur Länge von rund 450 mm und eine Person von 190 cm etwa 520 mm. Wieder ist also ein erheblicher Unterschied zum Homo Sapiens ersichtlich, jedoch lassen sich solche Werte auch in anderen urzeitlichen Ausgrabungen finden, wie zum Beispiel beim bereits erwähnten *Australopithecus Afarensis* (Harmon 2009) und auch beim *Homo Habilis* (HOWELL 1991). Doch auch bei diesen zwei Arten gehören die Femora-Funde von 280 mm und 281 mm zu den kürzesten überhaupt. Anhand dieser Werte würde die Einteilung als *Australopithecus* wieder als plausibel gelten, aber auch die Zuteilung in eine spezielle *Homo-Art* kann durchaus Sinn machen. Hinzu kommt der Umstand, dass der Femora anatomisch ziemlich stark mit dem eines *Homo Sapiens* übereinstimmt und somit auch den «modernerem», weiter entwickelten aufrechten Gang der Homo-Individuen unterstützt (Brown et al. 2004).

Anhand der Langgliederknochen wie die der Arme oder der Beine kann am besten die Körpergrösse eines Individuums gemessen werden. Wenn keine Knochen der Arme gefunden werden konnten, beschränkten sich die

Forscher auf eine Formel zur Berechnung der Körpergrösse, die den Femora als Schwerpunkt hat (Brown et al. 2004). Daraus ergibt sich der Wert von 106 cm für den LB1 und dies ist nach Brown P. auch noch eine leichte Überschätzung, da die Schädelhöhe an sich vermutlich auch noch unverhältnismässig niedrig ist. Wenn wir nochmals die zwei Menschen vom vorherigen Abschnitt betrachten und mit ihren Femur-Längen, Körpergrössen und der Femur-Länge des LB1 einen kleinen Dreisatz bilden, so bekommen wir sehr ähnliche Werte von rund 102 cm Körpergrösse. Diese Berechnungen stimmen ebenfalls so ziemlich mit den Werten des *Homo Habilis* (Körpergrösse: 100 cm- 120 cm) (HOWELL 1991) oder denen des *Australopithecus Afarensis* (weibl. Individuen: ca. 110 cm) überein (Johanson, Brill and Vogel 1998). Die Frage, inwiefern sich diese Grösse mit der eines ausgewachsenen *Homo Sapiens* vergleichen lässt, ist mehr oder weniger offensichtlich, nämlich gar nicht. Es ist unvorstellbar, eine Person dieser Statur anzutreffen, die tatsächlich gesund ist.

Schliesslich betrachte ich noch kurz das Schienbein (=Tibia), welches zu einem weiteren merkwürdigen Merkmal des LB1 hinweist. Es ist 235 mm lang und das Verhältnis von Umfang und Länge der Tibia liegen im Rahmen von heutigen Schimpansen. Bei der Gattung *Homo* findet man solche Werte nicht. Ebenfalls Aufsehen erregend sind die übergrossen «Hobbit»- Füsse mit einer Länge von 196 mm, welche nicht richtig einzuordnen sind (Henneberg et al. 2014).

### 5.5.3 Gewicht

Wenn wir also die Körpergrösse von 106 cm nehmen, kann beim LB1 ein Gewicht von 16 kg- 36 kg geschätzt werden (Brown et al. 2004). Dieser Wert ist nicht vergleichbar mit demjenigen eines *H. Sapiens*, jedoch liegt der obere Teil dieser Berechnungen durchaus im Rahmen vom *H. Habilis* (25 kg- 35 kg) (HOWELL 1991) wie auch in jenem von einem weiblichen *Australopithecus Afarensis* (28 kg-34 kg) (McHenry and Coffing 2000).

### 5.5.4 Schädel/ Gesicht

Ziemlich spannend ist, dass ich bei allen bisher angesprochenen Punkten in der Argumentation für die selbständige Art des *Homo Floresiensis* am Schluss angehängt habe, dass die Werte eigentlich im Rahmen der *H. Habilis* oder der *A. Afarensis* liegen. Es gibt aber entscheidende Argumente, welche die Zuteilung des LB1 zu einer dieser zwei Arten verneinen. Zuerst zum Vergleich mit dem *Homo Habilis*. Morphologisch gesehen ist hier das Hirnvolumen entscheidend, welches beim *H. Habilis* zwischen 600- 700 ml liegt und deshalb klar über dem bereits angesprochenen Wert des LB1 liegt (HOWELL 1991). Doch der Nachweis, dass es den *H. Habilis* gibt, ist allgemein sehr umstritten bei Paläontologen und wird deshalb auch oft den *Australopithecinen* zugeordnet (Tobias n.d.). Dies führt uns direkt zur nächsten Gegenüberstellung mit dem *A. Afarensis*, der im Vergleich zum *H. Sapiens* noch ein weniger weit entwickeltes Gebiss hat, und auch das Gesicht zeigt einige markante Unterschiede. Der LB1 hingegen ist in dieser Hinsicht sehr ähnlich zum *H. Sapiens* und zeigt bis auf zwei Zähne einem modernen Mensch ähnliches Gebiss auf (Brown et al. 2004). Diese zwei angesprochenen Zähne (die P4 im Oberkiefer) sind seltsam abgedreht, so dass sie parallel zur übrigen Zahnreihe sind. Das ist ein noch in keinem anderen Hominid festgestelltes Merkmal (Brown et al. 2004), (Jacob et al. 2006). Zusätzlich wichtig zur erwähnen ist, dass die Schädeldicke des LB1 mit den Werten des *H. Sapiens* und des *H. Erectus* übereinstimmt (Brown et al. 2004).

### 5.5.5 Feststellung

Nun, aus all diesen Argumenten wird man nicht wirklich schlau, wenn man sich die Frage nach der Zuordnung des LB1 zu einer Art stellt. Einige Merkmale deuten auf *Australopithecus*, andere auf *H. Erectus* hin. Mehrere Aspekte widerlegen diese Verbindungen und deuten auf einen *H. Sapiens* oder *H. Habilis* hin. Dies dachten sich auch die Forscher, die den LB1 fanden oder die Autoren des verwiesenen Papers (Brown et al. 2004). Zu keiner der bereits bestehenden Arten konnte der LB1 eindeutig zugeordnet werden. Deshalb hat man sich

entschieden, diesem Individuum eine eigene Homo-Art zuzusprechen, auch darum, weil die Merkmale, die Pro-Homo sind, morphologisch mehr aussagen als die Pro-Australopithecus Merkmale. Diese neue Art hat man, dem Fundort gerecht, *Homo Floresiensis* genannt.

### 5.5.6 Inselzwergwuchs

Um solch eine bedeutsame Zuordnung vorzunehmen, muss es natürlich auch eine Erklärung geben, wie diese spezielle Art von solcher Statur hat überleben können. Argumentiert von Brown P. wird mit dem Inselzwergwuchs (Brown et al. 2004). Diesen werde ich nun etwas erläutern. Zuerst betrachten wir die geographischen Eigenschaften von Flores (Abb. 30).



Abbildung 30: Flores (rot eingefärbt).

Flores ist eine Insel, umgeben von der Floressee im Norden und der Sawusee im Süden, beides sind Teile des Australasiatischen Mittelmeeres im Südpazifik. Die Insel gehört zu den Sundainseln und liegt etwa 8° südlich des Äquators. Dies erweist sich als erster wichtiger Punkt der Inselzwergwuchs-Theorie, denn die geographische Lage deutet auf tropische Verhältnisse hin. Auch zur heutigen Zeit kann man beobachten, dass es in tropischen Gebieten Gemeinschaften gibt, die eher klein sind. Man betrachte beispielsweise Flores heute, wo die durchschnittliche Grösse der Rampasasa-Bevölkerung bei 146 cm liegt (Jacob et al. 2006). Kleinere Individuen haben in Tropengebieten Vorteile, weil sie es einfacher mit der Temperaturregulation in dem feucht heissen Klima haben. Ausserdem gelten tropische Regenwälder als kalorienarme Umgebung für Hominide, wo

die kleinere Statur durchaus ein Vorteil ist. Unterstützend dazu kommt der Fakt, dass Flores eine relativ kleine Insel ist, wo natürliche Ressourcen, vor allem Nahrung, nicht unbegrenzt vorhanden ist. Dies bedeutet wiederum, dass kleine Körper Vorteile bei der natürlichen Selektion haben (Brown et al. 2004).

Wenn wir also annehmen, dass einmal vor mehreren hunderttausend Jahren eine Homo-Art, vermutlich ein *H. Erectus*, Flores besiedelt hat und seither keine weiteren Invasionen passiert sind, dann hat sich durch die oben angesprochenen Gründe evolutionär die neue Art *Homo Floresiensis* entwickelt. Ein weiterer unterstützender Punkt bei diesem langwierigen Vorgang ist die karge Fauna auf dem damaligen Flores. Denn tatsächlich scheint es nur einen Fressfeind gegeben zu haben, nämlich den Komodowaran (Brown et al. 2004).

Dies ist die Inselzwergwuchs-Theorie, die eine plausible Erklärung für die Entstehung des *Homo Floresiensis* gibt (Weston and Lister 2009). Ausserdem schliessen die Forscher Kleinwüchsigkeit beim LB1 aus, weil dafür die skelettalen Merkmale fehlen (Brown et al. 2004).

## 5.6 Argumentation pro Homo Sapiens

Als Grundlage für die Gegenargumentation zur obigen Theorie nehme ich zwei Publikationen, welche aufeinander aufbauen. Die eine stammt vom September 2006 (Jacob et al. 2006). In dieser wird eigentlich direkt auf die Publikation, welche ich beim Pro *H. Floresiensis*-Teil der Diskussion benutze, eingegangen, um Lücken in deren Argumentation aufzuzeigen. Ausserdem wird behauptet, dass es sich beim LB1 um ein *H. Sapiens* Individuum handelt, welches an einer Wachstumsstörung leidet. In dieser ersten Arbeit wird jedoch keine Annahme getroffen, um welche Krankheit es sich handelt. Die zweite Publikation ist vom August 2014 (Henneberg et al. 2014) und ist die weiterführende Spezifikation des erwähnten Papers. Es wird nämlich behauptet, dass es sich beim LB1 tatsächlich um einen *H. Sapiens*



handelt, der vom Down Syndrom betroffen ist. In beiden der Publikationen ist Maciej Henneberg ein Co-Autor. Er ist, wie erwähnt, der Forscher, der dem IEM die Schädelkopie des LB1 geschenkt hat. Ausserdem hat er viel Zeit seiner Forschung dem Hobbit und allgemein Flores gewidmet.

### 5.6.1 Gegenargumentation zum *H. Floresiensis*

Zuerst will ich erläutern, welche Zweifel das Forschungsteam der Pro-*H. Sapiens* Gruppe an der Argumentation der *H. Floresiensis*-Befürworter haben. Anschliessend bringe ich dies in Verbindung mit der Diagnose Down Syndrom, welche dem LB1 zugeschrieben wird. Zuerst sollte erwähnt werden, dass die Forscher der Pro-*H. Sapiens* Gruppe diese gesamte Neueinteilung des LB1 als vorschnelle Überreaktion betrachten (Jacob et al. 2006). Ein Grund dafür sei auch die etwas ungenaue Durchführung einiger Messung und/oder Zufriedenstellung mit einigen Werten, weil sie gerade ins Bild passen. Doch der schwerwiegendste Grund für diese Annahme ist, dass nur dieses eine beinahe vollständige Skelett gefunden wurde. Eine neue Homo-Art, die nur durch ein Individuum ausgewiesen wird?

Zuerst will ich auf das Argument der Körpergrösse eingehen. Unbestreitbar ist der Fakt, dass aufgrund der klimatischen Verhältnisse kleine Körpergrössen Vorteile haben. Das zeigt der Vergleich mit heutigen Einheimischen auf und um Flores, einer Rampasasa Population, welche eine durchschnittliche Grösse von 146 cm aufweisen (Jacob et al. 2006). Auch klar ist, dass die Differenz von 40 cm (LB1=106 cm) immer noch ziemlich aussergewöhnlich ist. Doch der Punkt, der hervorgehoben werden soll, ist, dass diese Messung komplett falsch ist, da sie ausschliesslich anhand des Femurs vorgenommen wurde. Dies zeigen einige Forschungsergebnisse, die sich mit Fusslängen befasst haben. Dort werden im einem ersten Vergleich anhand einer Studie, die Füsse von US-Airforce Soldatinnen untersuchte (Clauser 1972), eine Körpergrösse des LB1 von 145.6 cm geschätzt (Henneberg et al. 2014). In einer weiteren vielleicht plausibleren Studie mit Indonesischen

Frauen, welche eine durchschnittliche Fusslänge von 230 mm haben (Chuan, Hartono, and Kumar 2010), wird eine geschätzte Körpergrösse von 138 cm beim LB1 festgestellt (Henneberg et al. 2014). Beide dieser Werte sind zwar sowohl mathematisch und demographisch inkorrekt bzw. zu ungenau, zeigen aber doch eine grosse Differenz zu den 106 cm der *H. Floresiensis* Befürworter. Doch es gibt weitere Annahmen, die auf eine verfälschte Körpergrösse deuten. Nämlich der Fakt, dass die isolierte Betrachtung des Femurs unglaublich ist. Denn nur schon die Körpergrösse, gemessen an Femora und Tibia, ist grösser als jene ausschliesslich auf Femora basierende Messung. Schwund an Körpergrösse ist ein Symptom, das bei Down Syndrom Betroffenen nicht selten ist. Auffallend ist hierbei, dass Unterkörperglieder mehr schrumpfen als jene des Oberkörpers (Jaswal and Jaswal 1981). All diese Aspekte in Betracht ziehend, kann die Grösse nun erneut geschätzt werden. Daraus entsteht ein mögliches Spektrum von 126 ml -146 cm (Henneberg et al. 2014), was durchaus im Rahmen der erwähnten Rampasasa liegt, falls eine Anomalie, die das Wachstum beschränkt, vorliegt.



Abbildung 31: Maciej Henneberg (181 cm) neben Bewohnern von Flores. Noch heute weist die Bevölkerung dieser Region geringe Körpergrössen auf.



Abbildung 32: Bild des Originalschädel (links), rechte Schädelhälfte gespiegelt (Mitte), linke Schädelhälfte gespiegelt (rechts), (T. Jacob, 2006).

Das Hirnvolumen soll auch noch thematisiert werden. Nach neuen Messungen liegt dieses bei 430 ml (Jacob et al. 2006). Die Differenz, die sich zeigt, kann man damit erklären, dass nach genauerer Betrachtung noch versteinerte Überreste an der Schädelinnenseite abgetragen wurden. Doch auch mit dieser Schätzung liegt der Wert 5.8 Standardabweichungen unter dem Durchschnitt des *H. Sapiens*. Mikrozephalie (Kleinköpfigkeit) ist auch bei Down Syndrom Patienten verbreitet (Wisniewski 2005). Bei der Argumentation wird eine Studie herbeigezogen, die aufzeigt, dass von 20 Patienten bei einem Drittel Standardabweichungen von 3.29 SD - 6.60 SD festgestellt wurden (COLE et al. 2008). Wenn man in Erwägung zieht, dass auch heute noch Menschen mit leicht kleineren Hirnvolumina auf Flores leben und ein Down Syndrom wahrscheinlich ist, erscheint beim LB1 dieser ursprünglich so aussergewöhnliche Wert doch nicht mehr so unerklärbar (Henneberg et al. 2014).

Auch die Asymmetrie des Schädels ist ein typisches Merkmal für die Diagnose von Down Syndrome (Starbuck et al. 2013). Das Gesicht, bzw. die Region des Gesichts auf dem Schädel ist der Teil, der am meisten Symmetrie aufweist. Dies ist keineswegs der Fall beim LB1 (Abb. 32) und fließt deswegen in die Argumentation der Trisomie-Theorie mit ein. Abbildung 32 zeigt die schwerwiegende Asymmetrie des Schädels auf. Dafür wurde das Original neben Schädelkopien abgebildet, bei welchen jeweils eine Hälfte gespiegelt wurde (Jacob et al. 2006). Aufgrund der charakteristischen Zahnrotation,

die das Gebiss des LB1 aufweist, wird bestätigt, dass die Asymmetrie nicht auf Druckverhältnisse post mortem zurückgeführt werden kann (Henneberg et al. 2014).

Als letztes morphologisches Argument werden die platten Füße des LB1 betrachtet. Dass diese nicht so recht mit anderen Teilen des Skeletts in Einklang sind, wurde schon mehrere Male erwähnt. Hier soll einfach noch postuliert werden, dass platte Füße ebenfalls ein Merkmal der Down Syndrom Erkrankung sein kann (Jungers et al. 2009).

Die Forscher der Pro-*H. Sapiens* Argumentation beschränken sich jedoch nicht auf die morphologischen Aspekte des LB1, sondern sie betrachten auch die Inselzergwuchs-Theorie kritisch (Jacob et al. 2006). Denn für sie ist eine Jahrtausend Jahre dauernde Isolation aus mehreren Gründen unrealistisch. Zum einen, weil es in der betrachteten Zeitspanne zwei Stegodon Invasionen gegeben hat. Stegodons waren zwar deutlich grösser als Urzeitmenschen und auch die besseren Schwimmer, trotzdem scheint es unwahrscheinlich, dass *H. Erectus* Populationen nur dieses eine Mal die Insel besiedelt haben, selbst wenn es nachweislich andere Lebewesen danach auch geschafft haben (Jacob et al. 2006). Gestützt wird dieses Argument dadurch, dass die Distanzen zwischen den Inseln gering sind. Das zweite Argument bezweifelt, dass selbst wenn es zu einer Isolation gekommen wäre, diese lange genug angehalten hätte, so dass sich eine neue Art hätte entwickeln können. Denn der Meinung der Forscher nach ist die Insel zu klein, um 10'000

Generationen von Jägern und Sammlern zu ernähren. Zudem ist es fraglich, ob eine Gruppe ursprünglicher *H. Erectus* genug genetische Diversität mitbringen konnte für die 10'000 Generationen, die noch folgen würden (Jacob et al. 2006).

## 5.7 Meine Gesichtsrekonstruktion in der Debatte

Meine Gesichtsrekonstruktion ist nach der Vorgabe einer wissenschaftlich anerkannten Methode geschaffen worden. Auf dieser Grundlage kann meine Arbeit als wissenschaftlicher Beitrag zur aktuellen Debatte dienen.

Zusätzlich habe ich mir meine eigenen Gedanken zur Diskussion gemacht, mit welchen ich beginnen werde. Bei beiden Seiten haben sich bei mir Zweifel geregt. Die Seite, die für eine neue Art spricht, scheint mir aus folgenden Gründen unrealistisch: Wenn wir tatsächlich eine neue Art vor uns hätten, warum wurde dann nur ein Exemplar gefunden, das eindeutig dem *H. Floresiensis* zugeordnet werden kann? Diesen Umstand finde ich durchaus gravierend, denn ausser ein paar einzelnen Knochenteilen, ebenfalls in der Liang Bua Höhle, konnte ja tatsächlich kein einziges weiteres Individuum dem *Homo Floresiensis* zugeordnet werden. Meiner Meinung nach ist dies eigentlich schon das Totschlag-Argument. Ich sehe auch, dass bei der Ausgrabung des LB1 die Chance auf eine Sensation bestand und deswegen möglicherweise überreagiert wurde.

Doch dies erklärt nicht die Unklarheiten in der Argumentation für die Down Syndrom Theorie, die sich für mich aufgetan haben. Nämlich, wie gross ist die Chance, dass es sich beim LB1 wirklich genau um einen DS-Betroffenen handelt? Nur eine von 700 Lebgeburten werden heutzutage mir Down Syndrom diagnostiziert (Henneberg et al. 2014), (Deitz et al. n.d.). Zudem begleitet keineswegs alle Betroffenen ein solch schwerwiegendes Symptombild wie der LB1. Die Chancen sind wirklich sehr gering. Andererseits ist dieser Fall nicht auszuschliessen. Für mich ist das Totschlag-Argument dieser Seite jedoch ein anderes. Nämlich der Fakt,

dass ein Individuum mit einer solchen Behinderung tatsächlich solange überlebt hätte, nämlich bis ins junge Erwachsenen Alter. Das geistige Vermögen eines DS-Betroffenen liegt etwa bei einem 9-Jährigen gesunden Kind (Deitz et al. n.d.). Das Grossziehen eines betroffenen Jungen war für die Gruppe und für die Mutter eine Belastung. In einem Gebiet, in welchem das eigene Überleben stets gefährdet ist, kann ich es mir gut vorstellen, dass ein DS betroffenes Kind frühzeitig aufgegeben wurde. Ausserdem stelle ich mir auch die Frage, ob das Herz des Betroffenen die Strapazen des damaligen Lebens ausgehalten hätte. Heutzutage wird die Herzkammer-Trennwand von DS-Betroffenen ja operiert, weil sich ansonsten das Sauerstoffreiche und -arme Blut immer vermischt. Nur so können auch körperlich anstrengende Aktivitäten ohne Probleme betätigt werden. Da dies beim LB1 nicht der Fall war, besteht die Möglichkeit, dass der LB1 deswegen starb.



Abbildung 33: Rekonstruktion des LB1 mit abgedecktem Mund.

Ich bin nach all der Zeit, während der ich mich mit dieser Thematik auseinandergesetzt habe, immer noch unschlüssig, welche Meinung ich vertreten soll. Doch Ziel meiner Arbeit ist die Gesichtsrekonstruktion, die ich angefertigt habe, in diese Debatte einzubringen. Aufgrund dieser tendiere ich also dazu, dass es sich um einen *Homo Sapiens* mit Erkrankung handelt. Zu diesem Schluss komme ich beim Begutachten meines Projektes. Betrachtet man das

Gesicht, hat es für mich starke Ähnlichkeiten mit dem eines Down Syndrom Betroffenen heutzutage. Dafür spricht das runde Gesicht, die sehr nah zusammenliegenden Augen, die Asymmetrie und auch der offene Mund (Deitz et al. n.d.). Der Mund ist jedoch nicht zwingend aussagekräftig, deswegen füge ich die Abb. 33 hinzu. Wichtig zu erwähnen ist, dass ich erst nach dem Fertigstellen der Rekonstruktion herausgefunden habe, dass es eine wissenschaftliche Theorie gibt, die ein Down Syndrom als möglicher Grund für die extremen Merkmale des LB1 sieht.

Die Debatte ist noch nicht abgeschlossen. Die Gesichtsrekonstruktion des LB1 nach der Manchester-Methode wird in Zukunft noch vom IEM verwendet. Es würde mich freuen, wenn, aufgrund seiner Einmaligkeit, die Gesichtsrekonstruktion noch Bestandteil weiterer Arbeiten oder Publikationen sein könnte.

## 6 Nachwort

Zugegeben, es fiel mir zu Beginn nicht leicht, ein Thema oder ein Projekt zu finden, zu welchem ich mir vorstellen konnte, eine ganze Arbeit zu verfassen. Denn meiner Meinung nach ist es wichtig, dass die ausgewählte Thematik mich nicht nur zu Beginn, sondern auch in der Zeitspanne von über acht Monaten stets aufs Neue zu motivieren vermag. Ich begann also, systematisch Ideen zu sammeln und ging dafür die Aktivitäten und Interessen meines alltäglichen Lebens durch mit der Hoffnung, ich könne so mögliche Aspekte für eine Vertiefungsarbeit finden. Doch es gelang mir nicht, ein solches Thema zu finden, denn der Rahmen, in welchem ich danach suchte, stellte sich als zu kurz gesteckt heraus. Schliesslich ist es auch schwierig etwas Neues zu finden, wenn man nur in den eigenen vier Wänden nachforscht. Das hiess für mich den Horizont zu erweitern, und so richtete ich meinen Fokus auf die Interessen meiner Mitmenschen. Es war schlussendlich meine Schwester, durch die der entscheidende Funke zur Festlegung meines Maturaarbeitsthemas schlug. Meine Schwester studiert Biologie an der ETH Zürich und macht ihren Master in Harvard, Boston. Zwar interessierte ich mich

schon immer für die Erzählung über ihre Fachrichtung, doch es war ein bestimmter Blockkurs, der im Endeffekt meine Aufmerksamkeit erregte. Ziel des Kurses war es, anhand verschiedener Knochenfunde von einem Friedhof in Graubünden möglichst viele Informationen über die damalige Zeit herauszulesen. Schliesslich konnten Aussagen über Ernährung, medizinische Versorgung, Krankheiten, Lebensqualität und mehr gemacht werden. Dies faszinierte mich tatsächlich sehr, also beschloss ich, mit dem blockkurs-verantwortlichen Institut Kontakt aufzunehmen.

### 6.1 Institut für Evolutionäre Medizin

Das Institut für revolutionäre Medizin ist ein relativ neuer Teil (Frühjahr 2014) der Universität Zürich. Es konzentriert sich auf die Forschung von alten menschlichen Überresten. Sein Ziel dabei ist es, diese alten Funde mit der Moderne in Verbindung zu bringen. Dies kann beispielsweise beinhalten, dass Aussagen über den Ursprung einer Krankheit getroffen werden können, welche sich dann in der aktuellen Medizin durchaus als nützlich erweisen könnten. Umgekehrt sind moderne medizinische und biologische Erkenntnisse notwendig, um Verständnis über die evolutionäre Entwicklung der menschlichen Gesundheit zu erlangen. Wie sich aus dieser Beschreibung bereits schliessen lässt, zeichnet sich die Forschung am Institut für Evolutionäre Medizin durch ihre stark interdisziplinäre Arbeit aus. Dementsprechend lassen sich an diesem Institut sowohl Mediziner, Anthropologen, Morphologen, Ägyptologen wie auch Historiker und Techniker im Bereich Radiologie finden.

Nach der Kontaktaufnahme nahm sich Dr. Eppenberger meiner an. Bei einem vereinbarten Treffen zeigte er mir verschiedene mögliche Maturaarbeiten in seinem Bereich.

Patrick Eppenberger, ehemaliger Schüler der KZU, beschäftigt sich momentan mit mumifizierten menschlichen Überresten, wofür er auch öfters nach Ägypten reist. Ausserdem konzentriert er sich dabei auch auf das

Erfassen, Fotografieren und Röntgen der Funde. Dazu experimentiert und kreiert er ständig neue Techniken und Geräte, mit welchen man beispielsweise MRI oder CT-Scans direkt vor Ort durchführen kann. Zusätzlich arbeitet er am Unispital Zürich als Chirurg, spezialisiert auf das Knie.

Von ihm vorgeschlagen hatte ich also mehrere Ausgangslagen für mögliche Projekte vor mir. Eine beispielsweise war eine ziemlich grosse Anzahl von Zähnen eines ehemaligen Zahnarztes. Anhand dieser Sammlung wäre es darum gegangen, eine Strategie zu finden, diese Zähne den Geschlechtern zuzuordnen, ohne dabei die DNA verwenden zu müssen. Der offensichtliche Nutzen für die Forschung dabei wäre gewesen, dass bei Schädelfunden von möglicherweise ausgestorbenen Hominiden ohne DNA-Überreste eine eindeutige Geschlechterzuteilung hätte vorgenommen werden können. Meine Wahl fiel jedoch auf einen anderen Vorschlag: Der Homo Floresiensis.



## 7 Literaturverzeichnis

- “Anthropology.” *Oxford Dictionaries*.  
<http://oxforddictionaries.com/definition/english/anthropology?q=anthropology> (January 1, 2020).
- Argue, D et al. “Homo Floresiensis.”
- “Auf Der Jagd Nach Den Nachfahren Der „Hobbits“ | National Geographic.”  
<https://www.nationalgeographic.de/wissenschaft/2018/08/auf-der-jagd-nach-den-nachfahren-der-hobbits> (December 30, 2019).
- Blaszczyk, Maria B, and Christopher L Vaughan. *Re-Interpreting the Evidence for Bipedality in Homo Floresiensis*.
- Brown, P. et al. 2004. “A New Small-Bodied Hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia.” *Nature* 431(7012): 1055–61.
- Chuan, Tan Kay, Markus Hartono, and Naresh Kumar. 2010. “Anthropometry of the Singaporean and Indonesian Populations.” *International Journal of Industrial Ergonomics* 40(6): 757–66.
- Clauser, CE. 1972. “Anthropometry of Air Force Women.”
- COLE, G., J. W. NEAL, W. I. FRASER, and V. A. COWIE. 2008. “Autopsy Findings in Patients with Mental Handicap.” *Journal of Intellectual Disability Research* 38(1): 9–26.  
<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2788.1994.tb00343.x> (December 30, 2019).
- Deitz, Samantha L, Joshua D Blazek, Jeffrey P Solzak, and Randall J Roper. *4 Down Syndrome: A Complex and Interactive Genetic Disorder*.  
[www.intechopen.com](http://www.intechopen.com) (December 31, 2019).
- “Glossar: Art (Biologie).”  
<https://www.greenfacts.org/de/glossar/abc/art.htm> (December 30, 2019).
- Hanebrink, Julia Rose. 2001. *Datum Is Only Skin Deep: In Vivo Measurements of Facial Tissue Thickness in Chimpanzees*.  
[https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool\\_theses](https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_theses) (December 22, 2019).
- Harmon, Elizabeth. 2009. “Size and Shape Variation in the Proximal Femur of Australopithecus Africanus.” *Journal of Human Evolution* 56(6): 551–59.
- Henneberg, Maciej, Robert B. Eckhardt, Sakdapong Chavanaves, and Kenneth J. Hsü. 2014. “Evolved Developmental Homeostasis Disturbed in LB1 from Flores, Indonesia, Denotes Down Syndrome and Not Diagnostic Traits of the Invalid Species Homo Floresiensis.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111(33): 11967–72.
- HOWELL, F. C. 1991. “Homo Habilis in Detail.” *Science* 253(5025): 1294–95.
- ICI.Radio-Canada.ca, Zone Science -. “Le Nouveau Visage de Cro-Magnon.”
- Jacob, T. et al. 2006. “Pygmoid Australomelanesian Homo Sapiens Skeletal Remains from Liang Bua, Flores: Population Affinities and Pathological Abnormalities.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103(36): 13421–26.
- Jaswal, Sushma, and I. J.S. Jaswal. 1981. “An Anthropometric Study of Body Size in Down Syndrome.” *The Indian Journal of Pediatrics* 48(1): 81–84.
- Johanson, Donald., David L. Brill, and Sebastian Vogel. 1998. *Lucy Und Ihre Kinder*. Spektrum, Akad. Verl.
- Jungers, W. L. et al. 2009. “The Foot of Homo Floresiensis.” *Nature* 459(7243): 81–84.
- Kaifu, Yousuke et al. 2011. “Craniofacial Morphology of Homo Floresiensis: Description, Taxonomic Affinities, and Evolutionary Implication.” *Journal of Human Evolution* 61(6): 644–82.
- Markl, Jürgen et. al. 2010. “Markl Biologie Oberstufe.” In *Ernst Klett Verlag*, , 274–75.
- McHenry, Henry M., and Katherine Coffing. 2000. “Australopithecus to Homo: Transformations in Body and Mind.” *Annual Review of Anthropology* 29(1): 125–46.  
<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.anthro.29.1.125> (December 30, 2019).
- Morwood, M. J. et al. 2004. “Archaeology and Age of a New Hominin from Flores in Eastern Indonesia.” *Nature* 431(7012): 1087–91.
- Schünke, Michael et al. 2006. *Prometheus: LernAtlas Der Anatomie. Kopf, Hals und Neuroanatomie. 4. Auflage*. 2015.
- Starbuck, John M., Theodore M. Cole, Roger H. Reeves, and Joan T. Richtsmeier. 2013. “Trisomy 21 and Facial Developmental Instability.” *American Journal of Physical Anthropology* 151(1): 49–57.  
<http://doi.wiley.com/10.1002/ajpa.22255> (December 30, 2019).
- Sutikna, Thomas et al. 2016. “Revised Stratigraphy and Chronology for Homo Floresiensis at Liang Bua in Indonesia.” *Nature* 532(7599): 366–69.
- “Tierarten – Klexikon - Das Freie Kinderlexikon.”  
<https://klexikon.zum.de/wiki/Tierarten> (January 3, 2020).
- Tobias, Phillip V. “The Species Homo Habilis: Example of a Premature Discovery.” *Annales Zoologici Fennici* 28: 371–80.  
<https://www.jstor.org/stable/23735461> (December 30, 2019).
- Weston, Eleanor M., and Adrian M. Lister. 2009. “Insular Dwarfism in Hippos and a Model for Brain Size Reduction in Homo Floresiensis.” *Nature*

459(7243): 85–88.

Wilkinson, Caroline. 2004. *Forensic Facial Reconstruction*. Cambridge University Press.

Wisniewski, K. E. 2005. "Down Syndrome Children Often Have Brain with Maturation Delay, Retardation of Growth, and Cortical Dysgenesis." *American Journal of Medical Genetics* 37(S7): 274–81. <http://doi.wiley.com/10.1002/ajmg.1320370755> (December 30, 2019).

## 8 Eigenständigkeitserklärung

Ich, Alexander Benninger, erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Maturitätsarbeit eigenständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe erstellt habe und dass alle Quellen, Hilfsmittel und Internetseiten wahrheitsgetreu verwendet wurde und belegt sind.

Bülach,

Ich bin damit eiverstanden, dass eine Kopie meiner Maturarbeit bei einer Anfrage nach aussen abgegeben wird.