

Aus dem Bereich Rechtsmedizin
Klinische Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes, Homburg / Saar
(Leiter: Prof. Dr. Jochen Wilske)

In Kooperation mit der Klinik für
Dermatologie, Venerologie und Allergologie
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg / Saar
(Leiter: Prof. Dr. Wolfgang Tilgen)

Weichteilverschiebung im Gesicht bei Personen in stehender und liegender Position

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2009

vorgelegt von: Gabriele Werner

geb. am: 16. März 1983 in Schramberg

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	S. 5
2. Summary	S. 6
3. Einleitung und Fragestellung	S. 7
3.1 Aktualität und Nutzen der Gesichtswerteilrekonstruktion	S. 7
3.2 Vermessung der Weichteildicken - ein Rückblick in der Geschichte der Gesichtswerteilrekonstruktion	S. 8
3.3 Ableitbare Fragestellungen	S. 12
4. Material und Methodik	S. 13
4.1 Material	S. 13
4.2 Methodik	S. 13
4.2.1 Auswahl der Landmarks	S. 13
4.2.2 Durchführung der Untersuchung	S. 22
4.2.3 Einstellung des Ultraschallsystems	S. 25
4.3 Fehlermessung	S. 25
5. Ergebnisse	S. 27
5.1 Deskriptive Statistik	S. 27
5.2 Weichteilverschiebung	S. 30
5.2.1 Einleitung	S. 30
5.2.2 Einfluss des Geschlechts auf die Weichteildicke	S. 32
5.2.3 Weichteilverschiebung bei Positionsänderung	S. 33
5.2.4 Weichteilverschiebung in Abhängigkeit vom Alter	S. 36
5.2.5 Weichteilverschiebung in Abhängigkeit vom BMI	S. 37
5.2.6 Weichteilverschiebung im Seitenvergleich	S. 38
5.3 Fehlerbestimmung	S. 39
5.3.1 Intrapersoneller Fehler	S. 39
a) 5 zeitlich direkt aufeinanderfolgende Messungen an einer Probandin	S. 39
b) 6 Messungen im Zeitraum von 7 Monaten an einer Probandin	S. 40
5.3.2 Einfluss des Anpressdrucks auf die Weichteildicke	S. 40
5.3.3 Messung mittels einer Handhalterung	S. 41
5.3.4 Einfluss der Tageszeit auf die Weichteildicke	S. 42
6. Diskussion	S. 43
6.1 Verfahren zur Gesichtswerteilrekonstruktion und deren Problematik	S. 43
6.2 Vergleich verschiedener Messmethoden	S. 45

6.3	Deskriptive Statistik	S. 48
6.3.1	Männer und Frauen	S. 48
6.3.2	Geschlechtsbedingte Unterschiede	S. 49
6.3.3	Weichteilverschiebung einzelner Messpunkte	S. 50
6.3.4	Weichteilverschiebung in Abhängigkeit vom Alter	S. 52
6.3.5	Weichteilverschiebung in Abhängigkeit vom BMI	S. 54
6.3.6	Weichteilverschiebung im Seitenvergleich	S. 55
6.3.7	Fehlerbestimmung	S. 56
6.4	Ausblick	S. 57
7.	Tabellenanhang	S. 59
8.	Literaturverzeichnis	S. 76
9.	Abkürzungsverzeichnis	S. 80
10.	Dank	S. 81
11.	Lebenslauf	S. 82

1. Zusammenfassung

Die Gesichtswerteilrekonstruktion wird bei verschiedensten Fragestellungen auf den Gebieten der Medizin, Anthropologie, Archäologie, aber auch der Kriminalistik angewandt. Insbesondere für die Identifizierung unbekannter Verstorbener kann die Rekonstruktion eines Gesichts, beruhend auf der Kenntnis der Weichteildicken, von großer Bedeutung sein. Bisher werden als Einflussfaktoren auf die Weichteildicke lediglich das Alter, das Geschlecht, der BMI oder die ethnische Gruppe von verschiedenen Autoren beschrieben. Kaum berücksichtigt wird jedoch die Frage, welchen Einfluss die Tatsache hat, dass die meisten Gesichtswerteilmessungen an liegenden Probanden durchgeführt worden sind, die Rekonstruktionen jedoch ausschließlich Personen in aufrechter Körperhaltung zeigen. In der gegenwärtigen Literatur existiert zu dieser Frage kein ausreichendes Zahlenmaterial. Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss unterschiedlicher Kopfhaltungen (im Liegen und Sitzen) auf die Weichteildicke an den verschiedenen Gesichtspartien zu erfassen, um in Zukunft exaktere Rekonstruktionen von Gesichtern zu ermöglichen. Hierzu werden an insgesamt 67 Probanden, davon 37 Frauen und 30 Männer, im Alter von 22 bis 59 Jahren aus dem europäischen Formenkreis, mittels Ultraschall die Gesichtswerteile in sitzender und liegender Position an 24 definierten Landmarks vermessen. So wird in dieser Untersuchung mit der lageabhängigen Weichteilverschiebung eine neue Einflussgröße auf den Gesichtswerteilmantel vorgestellt. Auch der Einfluss des Alters und des BMI auf die Weichteilverschiebung wird in dieser Arbeit mit berücksichtigt. Diese Studie soll einen ersten Überblick über die Weichteilverschiebungen bei einem Positionswechsel geben: dabei ergeben sich an 13 Landmarks signifikante Unterschiede in den Weichteildicken im Sitzen und Liegen. Aus den von uns erhobenen Daten sind Korrekturfaktoren errechnet, die aus unserer Sicht zu realitätsnäheren Gesichtswerteilrekonstruktionen beitragen können.

2. Summary

The reconstruction of faces is utilized as a solution to various issues in the medical sector as well as in anthropology, archaeology, and criminology. Especially regarding the identification of unknown deceased people, the reconstruction of faces based on the thickness of soft tissues is important. In previous studies, factors such as age, sex, BMI or ethnicity have been evaluated by different authors. For the most part the factor of the position has been disregarded: measurements were performed on bodies placed in a horizontal position whereas reconstructions were showing people in upright standing position. Until today no data regarding this discrepancy has been produced. This study evaluates the effect of the head's different positions on the thickness of soft tissues in order to achieve more realistic reconstructions in future examinations. For the purpose of this study, 67 Caucasians (37 females and 30 males) from 22 to 59 years of age are measured with ultrasound. The soft tissue of their faces is detected when sitting and lying by measuring 24 selected landmarks. With this approach displacements of the soft tissue can be evaluated, and 13 significant differences in soft tissues thickness between sitting and laying positions are found. Based on these measurements, correction factors are calculated, allowing a conversion of the soft tissue measured in horizontal position to the soft tissue in upright position. This method can be used to perform more realistic reconstructions of faces. As a result of these measurements, position-dependent deviation of soft tissues is presented as a new influence factor on the face's soft tissues.

3. Einleitung und Fragestellung

3.1. Aktualität und Nutzen der Gesichtswichteilrekonstruktion

Die Gesichtswichteilrekonstruktion findet ihre Anwendung im Rahmen von verschiedensten Fragenstellungen auf den Gebieten der Medizin, Anthropologie (KRÄTZIG, 16), Kriminalistik (BURRATH, 2004) oder auch der Archäologie. So wurden auf diesem Wege bereits einige Gesichter historischer Personen bei archäologischen Schädeln rekonstruiert (BUZUG, BONGARTZ, 2006; HELMER, 1986). Auch in der plastischen Chirurgie werden vor plastischen Korrekturoperationen im Gesicht anhand eines Modells die durch die Knochenverschiebungen hervorgerufenen Veränderungen des Weichteilmantels vorausberechnet und dargestellt. Dieses Vorgehen ermöglicht eine bessere Planung der Operation und eine optimale Anpassung des OP- Verfahrens an die Gegebenheiten (14).

Forensische Fragestellungen stellen jedoch sicherlich das Hauptanwendungsgebiet der Gesichtswichteilrekonstruktion dar. In Deutschland werden jährlich circa 60 Skelette oder Skelettteile verstorbener Personen gefunden, deren Identität zunächst nicht bekannt ist. Nach Burrath konnte in Deutschland in den Jahren von 1998 bis 2003 bei insgesamt 228 Todesfällen die Identität nicht abschließend aufgeklärt werden (BURRATH, 2004). Der Fund einer unbekannt Leiche stellt die Polizei häufig vor eine schwierige Aufgabe. Insbesondere bei längerer Liegezeit oder sogar Skelettierung findet die Kriminalpolizei hier nur schwer Anknüpfungspunkte zur Klärung der Identität. (BURRATH, 2004). Solch eine unbekannt Leiche zieht immer wieder auch einen ungeklärten Mordfall nach sich.

Der hohe Stellenwert des Gesichts bei der Wiedererkennung zur Feststellung der Identität kann sowohl bei der Suche nach Vermissten als auch bei Verstorbenen genutzt werden. Die Rolle der Gesichtswichteilrekonstruktion im Rahmen einer forensischen Identitätsfeststellung kann in folgendem Beispiel dargelegt werden: 2001 wurde in Soien eine skelettierte Frauenleiche gefunden, deren Identität auch nach zwei Jahren intensiver Ermittlungen nicht festgestellt werden konnte. Im Rahmen der polizeilichen Versuche zur Aufklärung der Identität wurden Portraitzeichnungen sowie eine Weichteilrekonstruktion des Schädels angefertigt. Als sich auf Grund eines Kleidungsstückes die Vermutung ergab, es könnte sich um eine vermisste Frau aus State am Golf von Taranto handeln, konnte durch einen Vergleich eines Fotos der

Vermissten mit der Gesichtsrekonstruktion die Identität der Frau festgestellt werden. Diese Identifizierung war ausschlaggebend für die Überführung des Täters (I3).

Prinzipiell steht zur Identifizierung von Toten im Rahmen forensischer Untersuchungen eine Vielzahl von Methoden zur Verfügung: DNA-Analysen, die Erhebung des Zahnstatus, daktyloskopische Untersuchungen und Röntgenvergleichsanalysen gehören dazu. Um mithilfe dieser Methoden eine Identifizierung zu erreichen, benötigt man jedoch sicher zuordenbares Vergleichsmaterial einer in Frage kommenden Person (KREUZ, VERHOFF, 2007).

Im Gegensatz zu den eben angeführten Verfahren ist die Gesichtswichteilrekonstruktion auch dann geeignet, wenn zunächst kein Vergleichsmaterial vorliegt. Dies stellt einen entscheidenden Vorteil insbesondere im Rahmen einer generellen Suche dar. Um eine möglichst individualspezifische Gesichtswichteilrekonstruktion durchführen zu können, wird erst versucht, alle über die verstorbene Person verfügbaren Informationen zu nutzen. Dazu gehören noch vorhandene Haare, Kleidungsstücke, Schmuck oder anderweitige in der Nähe des Skelettes aufgefundene Gegenstände (I2).

Das Abbild eines rekonstruierten Gesichtes kann nach Veröffentlichung in den Medien oder auf speziell dafür vorgesehenen Internetseiten (I1) entscheidende Hinweise auf in Frage kommende Personen ergeben (KREUZ, VERHOFF, 2007), da vor allem das Gesicht mit seinen über hundert beschreibbaren Einzelmerkmalen (HELMER, 1980) wesentlich zum Wiedererkennen einer Person beiträgt.

Gesichtswichteilrekonstruktionen werden in Deutschland bisher nur von wenigen Spezialisten, zu denen auch Rechtsmediziner und Anthropologen gehören, oder im Ausland z. B. vom FBI durchgeführt (BURRATH, 2004).

3.2. Vermessung der Weichteildicken - ein Rückblick in der Geschichte der Gesichtswichteilrekonstruktion

Seit Ende des 19. Jahrhunderts werden mittels verschiedenster Methoden die Weichteildicken im Gesicht von Menschen erhoben, um mithilfe derartiger Werte bei unbekanntem skelettierten Leichen eine Gesichtswichteilrekonstruktion basierend auf den vorgegebenen knöchernen Anteilen des Gesichtsschädels durchzuführen.

Die ersten Gesichtswichteilrekonstruktionen hatten zum Ziel, historischen Schädeln ein Gesicht zu geben. Dabei wurden Ende des 19. Jahrhunderts Schädel mit Portraitgemälden zwecks Identifizierung verglichen. Mit Umrisszeichnungen wurde versucht, Schädel und Bild zu vergleichen und so einen Zusammenhang zwischen dem Portraitierten und einem aufgefundenen Schädel herzustellen (HELMER, 1984). Auch wurden im 19. Jahrhundert Gesichter, meist von historischen Persönlichkeiten, mit Wachs und Ton modelliert und nachgebildet. Die tatsächliche Übereinstimmung des rekonstruierten Gesichtes mit dem des Verstorbenen spielte hierbei jedoch noch eine untergeordnete Rolle (SIGL, 2006).

Ein Großteil der heute vorliegenden Messwerte wurde an toten Personen erhoben. Besonders His und Welcker stellten 1883 durch die erstmalige Direktmessung der Weichteildicken an Toten die Beziehungen der Topographie des Schädels zum Erscheinungsbild des Gesichtes dar. Sie schufen dabei die Grundlage für spätere Identifizierungsverfahren. Dabei wurde die Eindringtiefe einer Messerklinge von der Hautoberfläche bis zur knöchernen Unterlage gemessen und daraus auf die Weichteildicke rückgeschlossen (HELMER, 1984).

Von anderen Autoren wurden in den darauf folgenden Jahren verschiedene Nadeln und Sonden verwendet. Im Jahr 1898 kamen bei Kollman und Büchly mit Ruß geschwärmte Nadeln zum Einsatz, die in vorher festgelegte Messpunkte des Gesichtswichteilmantels möglichst senkrecht zur knöchernen Unterlage eingestochen wurden (KOLLMANN, BÜCHLY, 1898). Der von Ruß befreite Teil der Nadel repräsentierte die Weichteildicke an dem jeweiligen Punkt. Mehrere Varianten dieser Messmethode wurden immer wieder durchgeführt: 1895 nutzten His, Kollman und Büchly (HELMER, 1984) statt der Rußschwärzung Gummistopper zur Markierung der Weichteildicken an den verwendeten Nadeln. Beide Methoden (Ruß Nadel- und Gummistoppertechniken) wurden 1948 von Suzuki, 1980 von Rhine und Campbell und 1982 von Rhine und Moore (NELSON, MICHAEL, 1998) verwendet.

Eine Stahlnadel, die eine Genauigkeit von bis zu 0,1 mm aufwies, nutzten 1907 Czekanowski, Berger im Jahr 1965 und Leopold 1968 (HELMER, 1984).

1982 führten Robetti, Iorio und Mascaro Messungen an 100 Leichen mittels eines Zahnbohrers mit Gummirad durch (ROBETTI, IORIO, MASCARO 1982).

Mithilfe dieser Messwerte modellierte der Leipziger Anatom His als einer der Ersten Büsten mittels einer Gipskopie von Schädeln. Er identifizierte 1895 mit einer solchen Büste den Schädel Johann Sebastian Bachs, indem er sie mit einem Ölgemälde des

Komponisten verglich (GRÜNER, 1989). Welcker nutzte zur Identifizierung eines Schädels die orthogonale Projektion von diesem auf eine Totenmaske und verglich deren Umriss. Tandler übernahm das „Welckersche Verfahren“ und bestätigte 1909 die Authentizität des im Museum der Gesellschaft für Musikfreunde Wiens aufbewahrten Schädels Josef Haydns (GRÜNER, 1989).

Bis zu diesem Zeitpunkt stand somit die Identifizierung kulturhistorischer Persönlichkeiten im Mittelpunkt der Schädelrekonstruktionen. Der russische Archäologe und Anatom Gerasimov befasste sich zunächst vor allem mit den Gesichtern der Urmenschen. Da seine Nachbildungen naturgetreu erschienen, wurde er von der Kriminalpolizei bei der Aufklärung unbekannter Todesfälle um Unterstützung gebeten. So wurde die Weichteilrekonstruktion erstmals für forensische Fragestellungen (KREUZ, VERHOFF, 2007) genutzt. Durch Gerasimov wurde 1935 die „objektive Methode der individuellen plastischen Rekonstruktion der Gesichtsteile auf dem Schädel“ begründet, die letztendlich den Versuch darstellte, eine wissenschaftliche Grundlage für die Gesichtsteilrekonstruktion zu schaffen (SIGL, PRÜFER, ZÖLLNER, 2006).

Neue Möglichkeiten ergaben sich mit der Entwicklung der fotografischen Technik und der erkennungsdienstlichen Behandlung im polizeilichen Alltag.

Welcker fertigte Umrisszeichnungen von Totenmasken und skelettierten Schädeln an und untersuchte beides hinsichtlich individueller Übereinstimmungen. Der Göttinger Anatom Stadtmüller wandelte im Jahre 1932 Welckers Methode ab, indem er historische Photographien von Personen entsprechend der Maße eines aufgefundenen Schädels auf Lebensgröße brachte und versuchte beides in Deckung zu bringen (GRÜNER, 1989).

Bei der Superpositionstechnik wurde der Schädel hinsichtlich seiner Haltung den Köpfen der vermissten Person auf den Photographien angeglichen. Danach wurde jeweils eine Vergleichsfotographie des Schädels und der vermissten Person mit Umrisszeichnungen auf durchsichtigem Zeichenpapier miteinander verglichen (KREUZ, VERHOFF, 2007; GRÜNER, 1989). 1959 arbeiteten Grüner und Reinhard die erste rein fotografische Methode aus, das „Superprojektionsverfahren“ (GRÜNER 1959): Dabei wurden auf einer optischen Bank ein Foto, eine Plexiglasscheibe und der mit Landmarken versehene Schädel hintereinander aufgereiht. Orientierungspunkte des Fotos wurden auf die Glasscheibe übertragen, das Foto entfernt, und der Schädel an den Orientierungspunkten auf der Scheibe ausgerichtet. Am Ende wurden nacheinander Schädel und Foto einzeln in der ermittelten Position auf dieser Bank fotografiert und

durch Überlagerung verglichen (KREUZ, VERHOFF, 2007). Neue Möglichkeiten ergaben sich durch die Verwendung einer Fernsehanlage durch Nutzung der elektronischen Bildmischung und des Trickmischers: bei dieser vereinfachten Methode von Helmer zeichneten 2 Fernsehkameras Schädel und Bild gleichzeitig auf. Die gewonnenen Bilder wurden durch einen Video-Bildmischer übereinander projiziert (KREUZ, VERHOFF, 2007).

Die Weichteildickenmessung mittels Röntgenstrahlen ermöglichte später die Messungen an Lebenden, wovon Welcker im Jahr 1896 als Erster Gebrauch machte. Messungen mit einem verbesserten Verfahren mittels Röntgenstereoskopie wurden von Edelmann 1938 sowie Köstler und Weisser 2 Jahre später durchgeführt (LAMPE, ROLLE, ORSCHIEDT, 2007). Die erste größere Testreihe zur Erhebung von Weichteildicken an Lebenden wurde 1977 mittels Ultraschall-Impuls-Echo-Verfahren von Helmer durchgeführt (HELMER, 1984), wobei er 1986 die Messwerte mittels Magnetresonanztomographie kontrollierte (HELMER, KOSCHOREK, TERWEY, FRAUEN, 1986). Auch Philipps und Smuts führten 1996 in der Hoffnung auf exaktere Daten Messungen mittels Computertomographie durch (PHILIPPS, SMUTS, 1996).

Die Erfassung von Weichteildicken aus Magnetresonanztomographie-Datensätzen an ausgewählten Landmarks wurde erstmals von M. Kass (KASS, WITKIN, TERZOPOULUS, 1987) vorgestellt. Mang stellte 2007 eine Weiterentwicklung dieses Verfahrens vor, mit der der Weichteilmantel als 3-dimensionales Objekt an jeder beliebigen Stelle des Gesichtes erfasst werden kann (MANG, MÜLLER, 2007).

Zur Messung der Weichteildicke an einem computertomographisch generierten dreidimensionalen Datensatz wurde vom Max-Planck-Institut für Informatik in Saarbrücken eine spezielle Software entwickelt (WEIDENBUSCH, Diss. i. A.). Nach dem Laden des kompletten Datensatzes, bestehend aus Haut- und Knochenoberfläche, misst das Programm die Distanz zwischen knöchernem Schädel und Haut über eine gemittelte Orthogonale zur Knochenoberfläche, wobei der Abstand zwischen Knochen und Haut entlang dieser Richtung mit Hilfe eines Strahlenverfolgungsverfahrens (ray tracing) bestimmt wird.

3.3. Ableitbare Fragestellungen

Erfolgreich ist eine Gesichtswichteilrekonstruktion dann, wenn sie zur Identifizierung eines unbekanntes Toten führt. Der Wiedererkennungseffekt ist eng mit der Qualität der Rekonstruktion verbunden. Neben einigen damit verbundenen und bereits bekannten Problemen, wie z. B. demjenigen des subjektiven Einflusses des Rekonstruktors oder der Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Konstitution, wird in aktuelleren Veröffentlichungen auf die Tatsache hingewiesen, dass die bisher vorliegenden Dickewerte an liegenden Personen erhoben worden sind, die Rekonstruktion jedoch das Abbild eines aufrecht stehenden Menschen ergibt (WITTEWER-BACHOFEN et al., 2007).

Auf Grund dieser Tatsache ergeben sich somit folgende Fragen:

- 1.) In welcher Weise und in welchem Ausmaß verschieben sich die Gesichtswichteile bei unterschiedlichen Körperhaltungen?
- 2.) Sind einige Gesichtsbereiche von diesen Verlagerungen stärker betroffen als andere?
- 3.) Sind diese Verschiebungen von Alter, Geschlecht und BMI abhängig?
- 4.) Treten bei diesen Verlagerungen Seitendifferenzen auf?
- 5.) Lassen sich aus den Verlagerungen Korrekturfaktoren ableiten?

Zusätzlich ergeben sich unter Berücksichtigung der verschiedenen Möglichkeiten der Erhebung von Gesichtswichteildicken folgende Fragestellungen:

- 1.) Ist die Ultraschalluntersuchung eine geeignete Methode zur Erhebung der Gesichtswichteildicken?
- 2.) Welche Fehlerquellen nehmen Einfluss auf die Messwerte?
- 3.) Sind die auftretenden Fehlerquellen vermeidbar?

4. Material und Methodik

4.1 Material

Untersucht werden 67 Probanden europäischer Herkunft, davon 37 Frauen und 30 Männer, im Alter zwischen 22 und 59 Jahren. Bei den untersuchten Personen handelt es sich um Studenten der Humanmedizin der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes sowie Patienten der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie des Universitätsklinikums des Saarlandes. Bei der Probandenauswahl gelten folgende Ausschlusskriterien:

1. ausgeprägte Gesichtsbehaarung (Bart),
2. Weichteilverluste (Geschwüre) oder Weichteilüberschuss (Tumore) im Gesicht,
3. medikamentöse Behandlung mit Auswirkungen auf die Gesichtswichteildicke (z. B. Cortison-Behandlung oder HAART-Therapie),
4. fehlende Vollendung des 18. Lebensjahres,
5. fehlende Einwilligung des Probanden.

4.2. Methodik

4.2.1. Auswahl der Landmarks

In der Literatur existiert keine einheitliche Auswahl oder Benennung der Landmarks (HELMER et al. 1984, 1986; RHINE, CAMPBELL, 1980, ROBETTI, MASCARO, 1982; EL-MEHALLAWI, SOLIMAN, 2001; HODSON et al., 1985).

In der hier vorliegenden Untersuchung werden 8 unilaterale und 16 bilaterale (jeweils 8 auf jeder Seite) Landmarks in Anlehnung an die von K.T. Taylor in „Forensic Art“ verwendeten Messpunkte übernommen, die der Datensammlung von Rhine entstammen (TAYLOR, 2001). Um die bestmögliche Qualität und Reproduzierbarkeit unserer Messungen zu ermöglichen, werden einige dieser Messpunkte im Hinblick auf ihre Lokalisation entsprechend der praktischen Gegebenheiten (Messung mittels Ultraschallsonde) modifiziert:

- 1.) So können die eng benachbarten Punkte *Mid-Philtrum* und *Upper-Lip-Margin* mit der 1 cm schmalen und 4 cm breiten Multifrequenzsonde nicht getrennt

dargestellt werden. Stattdessen wird an einem definierten, zwischen beiden Messpunkten liegenden Ort vermessen und als *Mid-Philtrum* bezeichnet.

- 2.) Die Messorte der meisten Punkte orientieren sich an knöchernen Strukturen. Lediglich an zwei Punkten (*Mid-Philtrum* und *Lateral Orbit*) werden Orientierungspunkte auf der Hautoberfläche herangezogen.
- 3.) Bei einigen Landmarks (*Frontal Eminence rechts* und *links*, *Supraglabella*, *Supraorbital rechts* und *links*, *Suborbital rechts* und *links*) werden vor der Messung mit einem Kajalstift der Messpunkt bzw. Hilfslinien zur Auffindung desselben auf der Hautoberfläche eingezeichnet.

Alle andere Landmarks werden jeweils in Anlehnung an die Vorgaben bei TAYLOR (TAYLOR, 2001) vermessen.

Unilaterale Landmarks (Lokalisation in der vorderen Körpermittellinie)

1. **Supraglabella** (Abb. 1a und 1b): Messpunkt oberhalb der *Glabella* (s. u.) auf Höhe der *Frontal Eminence* (s. u.), hierbei werden die beiden Messpunkte *Frontal Eminence* durch eine Linie verbunden. Die Ultraschallsonde wird in der Mitte dieser Verbindungslinie aufgesetzt. Ein alternativer Messpunkt bei ungenügender Darstellung der *Frontal Eminence* befindet sich 2 cm oberhalb des *Nasions*.



Abb. 1a: Positionierung der Ultraschallsonde
Messpunkt „Supraglabella“

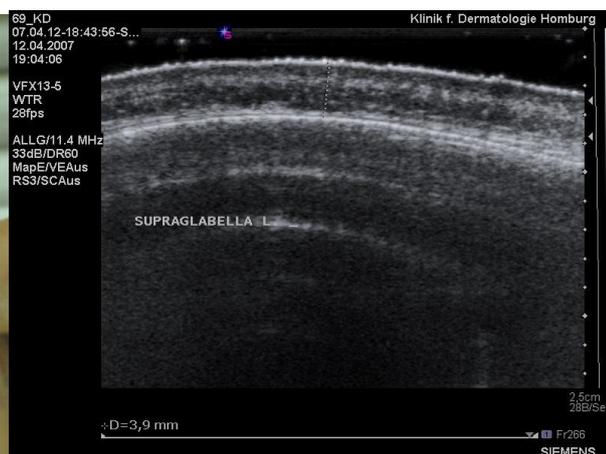


Abb. 1b: Darstellung im Ultraschall

2. **Glabella:** Prominentester Punkt zwischen den Augenbrauenwülsten, die Ultraschallsonde wird sagittal aufgesetzt (Abb. 2).



Abb. 2: Glabella

3. **Nasion:** An der Grenze zwischen Os frontale und beiden Ossa nasalia wird bei sagittal gehaltenem Ultraschallkopf die am tiefsten eingesenkte Stelle dieses Bereiches gemessen (Abb. 3a und 3b).
4. **End of Nasion:** Der am weitesten distal gelegene Punkt der beiden Ossa nasalia, gemessen wird bei sagittal gehaltener Ultraschallsonde (Abb. 3a und 3b).

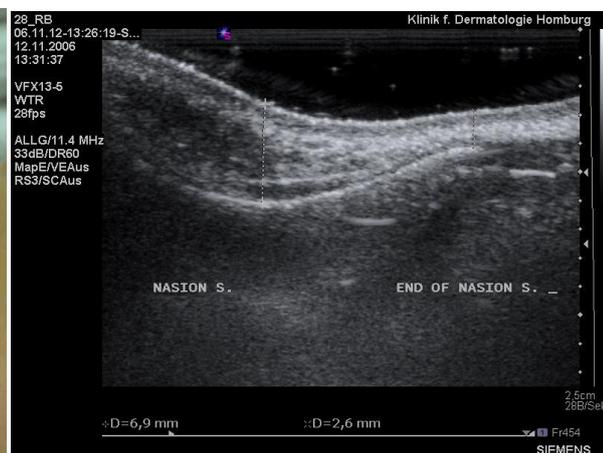


Abb. 3a: Positionierung der Ultraschallsonde

Abb. 3b: Nasion und End of Nasion

5. **Mid-Philtrum:** Kombination aus der nach K. T. Taylor als *Mid Philtrum* und *Upper Lip Margin* bezeichneten Landmarks, bei transversal gehaltener Ultraschallsonde wird in der Mitte des *Philtrums* in Höhe der Zement-Zahnschmelzgrenze beider vorderer Schneidezähne des Oberkiefers gemessen (Abb. 4).

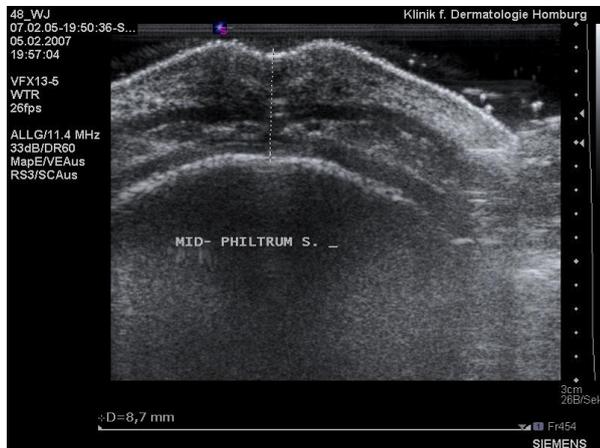


Abb. 4: Mid-Philtrum

6. **Chin-Lip-Fold:** Der am weitesten zurückliegende Punkt des knöchernen Unterkiefers zwischen Unterlippe und Kinnvorsprung wird bei sagittal gehaltener Ultraschallsonde gemessen (Abb. 9a, 9b, 9c).
7. **Mental Eminence:** Der am weitesten vorspringende Punkt des knöchernen Unterkiefers wird bei sagittal gehaltener Ultraschallsonde gemessen (Abb. 5a, 5b, 5c).



Abb. 5a: Positionierung der Ultraschallsonde

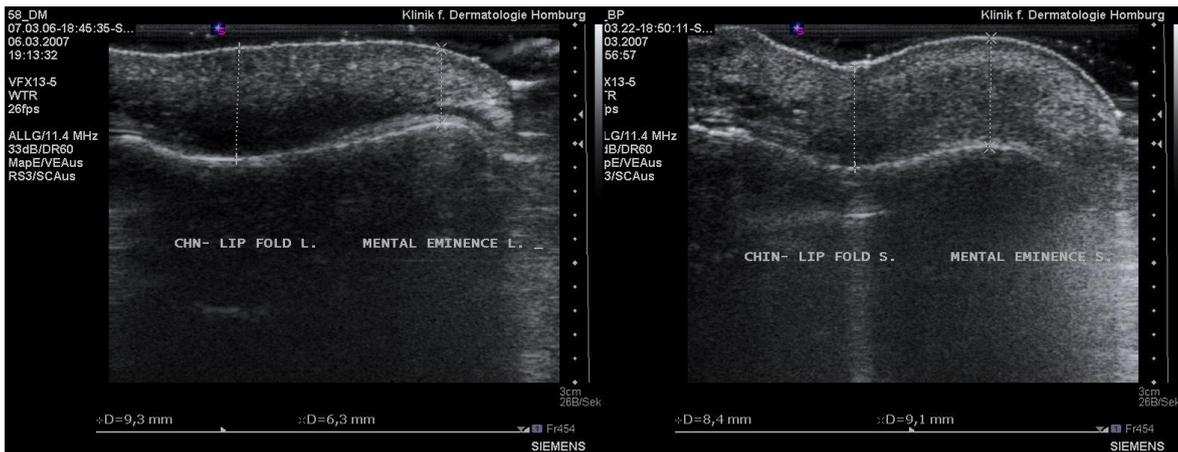


Abb. 5b und 5c: Chin-Lip-Fold und Mental Eminence bei verschiedenen Ausprägungen des Kinns

8. **Beneath Chin:** Der am weitesten kaudal gelegene Punkt des knöchernen Unterkiefers wird bei sagittal gehaltener Ultraschallsonde gemessen (Abb. 6a und 6b).

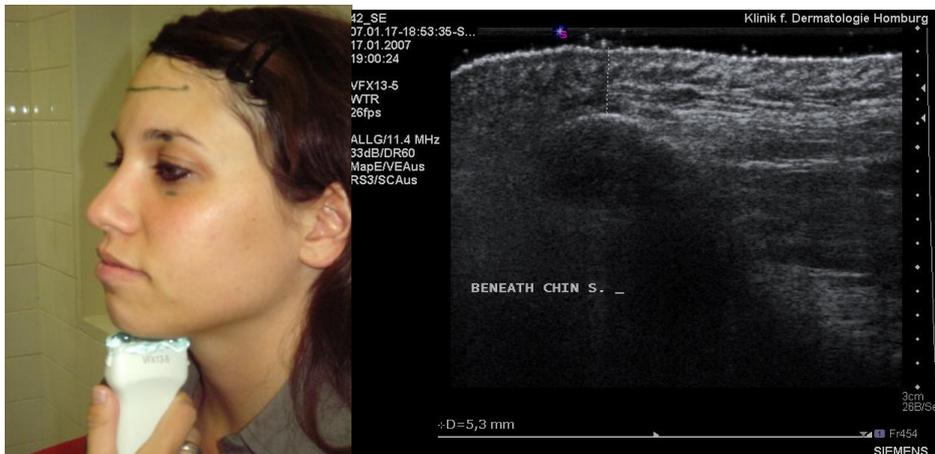


Abb. 6a: Positionierung der Ultraschallsonde Abb. 6b: Beneath Chin

Bilaterale Landmarks

9. **Frontal Eminence:** Frontalhöcker auf beiden Stirnseiten, bei unsicherer Lokalisation der anatomischen Struktur wird bei sagittal gehaltener Ultraschallschonde in der sagittalen Orbitamittellinie mit halber Orbitahöhe oberhalb des oberen Orbitarandes gemessen. Die Hilfslinien hierfür und der Messpunkt werden angezeichnet (Abb. 7a und 7b).

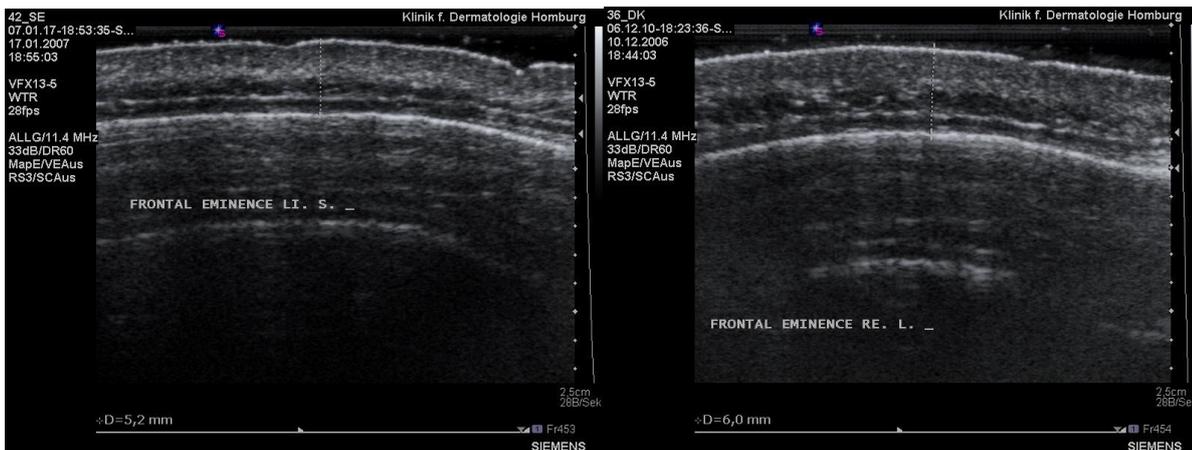


Abb. 7a und 7b: Frontal Eminence bei zwei Probanden

10. **Supraorbital:** An der höchsten Stelle des knöchernen Orbitadaches, bei transversal und senkrecht zur Knochenoberfläche gehaltener Ultraschallschonde soll sich die eingezeichnete Markierung in deren Mitte befinden (Abb. 8).



Abb. 8: Supraorbital

11. **Suborbital:** An der tiefsten Stelle des knöchernen Orbitadaches, bei transversal und senkrecht zur Knochenoberfläche gehaltener Ultraschallsonde soll sich die eingezeichnete Markierung in deren Mitte befinden (Abb. 9a und 9b).

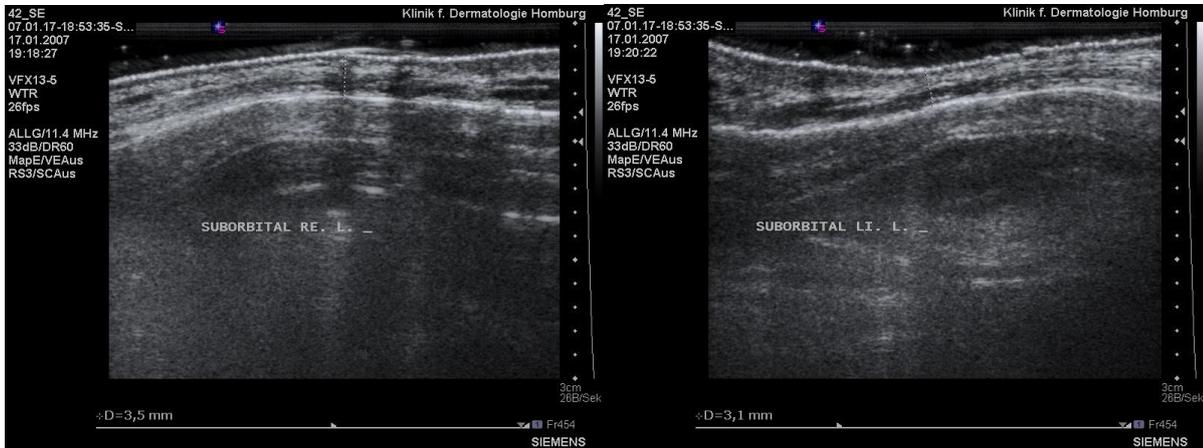


Abb. 9a und 9b: Suborbital bei zwei verschiedenen Probanden

12. **Lateral Orbit:** Unterhalb des lateralsten Punktes der Orbita wird auf Höhe des Jochbogenoberrandes über einer Hauteinsenkung bei sagittal gehaltener Ultraschallsonde gemessen (Abb. 10).



Abb. 10: Lateral Orbit

13. **Zygomatic Arch:** Am Jochbogenunterrand direkt oberhalb des Wangenfettpfropfes wird in einer vom lateralen Augenbrauenrand nach unten gedachten Linie bei vertikal gehaltener Ultraschallsonde gemessen (Abb. 11a und 11b).



Abb. 11a: Positionierung der Ultraschallsonde Abb. 11b: Zygomatic Arch

14. **Supraglenoid:** Die Ultraschallsonde wird transversal vor dem Tragus in Richtung der Wange angelegt, gemessen wird ca. 3 cm vor dem Tragus, was einer Messung oberhalb und etwas vor dem Eingang des äußeren Gehörgangs entspricht (Abb. 12).



Abb. 12: Supraglenoid

1. **Gonion:** Am Unterkieferwinkel wird die transversal gehaltene Ultraschallsonde mittig auf die flache Knochenfläche des Unterkieferwinkels angesetzt und in Bildmitte gemessen (Abb. 13).



Abb. 13: Gonion

2. **Occlusal Line:** Über dem Vorderrand des Unterkieferastes in Höhe der Occlusionsebene wird bei vertikal gehaltener Ultraschallsonde gemessen (Abb. 14).



Abb. 14: Occlusal Line

4.2.2. Durchführung der Untersuchung

Die Gesichtswichteildicke wird bei den Probanden über den oben erläuterten Messpunkten zunächst in sitzender, dann in liegender Position mittels einer Ultraschallsonde im standardisierten Preset als 2 dimensionales Schnittbild (B-Mode) dargestellt und im Anschluss daran mit Hilfe einer im Ultraschallgerät integrierten Messfunktion am Bildschirm des Gerätes ausgemessen. Die Messung erfasst den Abstand zwischen dem Knochen und der darüber befindlichen Hautoberfläche, wobei die Distanzmessung senkrecht zum knöchernen Untergrund durchgeführt wird.

Beim ersten Messdurchgang wird zunächst die Weichteildicke in sitzender Position erfasst (Abb.15). Die Probanden sitzen dabei auf einer Untersuchungsliege, Gesicht und Oberkörper dem Untersucher zugewandt, die Kopfhaltung entsprechend der „Natural-head-position“ nach Broca (Abb. 15). Hierbei handelt es sich um eine reproduzierbare natürliche Kopfhaltung, die die meisten Menschen in Ruhe automatisch einnehmen, wenn sie ihren Blick horizontal halten. Sie wird als eine Ruhehaltung des Kopfes empfunden und kann deshalb über einen längeren Zeitraum hinweg eingehalten werden (CLEMENT, RANSON, 1998). Es kann auf Grund dieser Tatsache davon ausgegangen werden, dass bei den hier im Sitzen untersuchten Probanden eine weitgehend identische Kopfhaltung vorliegt. Zusätzlich wird die Beibehaltung dieser einmal eingenommenen Kopfhaltung visuell überprüft.

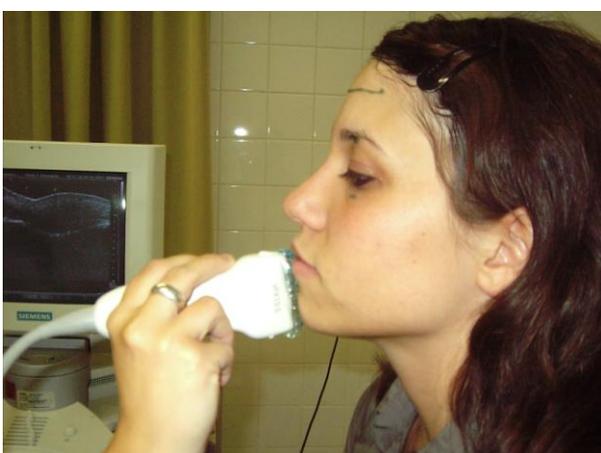


Abb.15: Probandin im Sitzen in „Natural Head Position“ nach Broca

Im zweiten Messdurchgang legen sich die Probanden mit dem Rücken auf eine horizontale Untersuchungsliege, wobei sich auch der Kopf auf diesem Niveau befindet und nicht durch eine Kopfstütze erhöht ist (Abb. 16a und 16b). Um eine seitliche

Positionsänderung des Kopfes sowohl innerhalb einer Probandenmessung als auch bei verschiedenen Personen zu vermeiden, wird dieser rechts und links mittels eines Nackenstützkissens weich fixiert. Vor Beginn jeder Messung werden die Probanden über die Bedeutung der möglichst exakten Einhaltung der Kopfposition aufgeklärt.



Abb. 16a und 16b: Probandin in liegender Position

Um eine artifizielle Verringerung der Weichteildicke zu vermeiden, wird bei jeder Messung darauf geachtet, keinen Druck auf das Gewebe auszuüben. Um dies zu erreichen, wird zuerst die korrekte Messstelle aufgesucht und dargestellt. Anschließend wird die Ultraschallsonde mit einem mindestens 1 cm dicken Streifen Ultraschallgel beschichtet und die Messsonde ohne Druck im Gel „gebettet“ auf den Messpunkt aufgesetzt. Dabei auftretende geringere Kompressionsdrücke, evtl. durch das Eigengewicht der Sonde oder leichten Anpressdruck, wird so von diesem Gelkissen aufgenommen und nicht auf die Gesichtsteile übertragen. Zusätzlich erfolgt eine visuelle Kontrolle der Ultraschallbilder, auf denen sich druckbedingte Verformungen des Weichteilmantels gut abzeichnen (Abb. 17a und 17b). Ist eine derartige Verformung sichtbar, so wird die Messung wiederholt, bis eine ausreichend gute Darstellung gelingt.

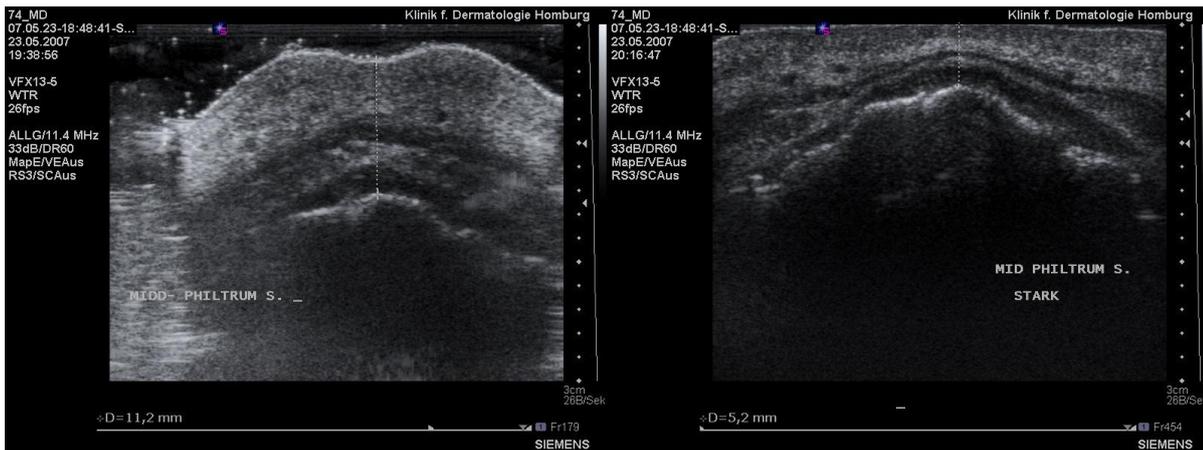


Abb. 17a: Darstellung des Messpunktes Mid-Philtrum ohne Kompressionsdruck sowie Darstellung des Gelkissens zwischen Haut-Oberfläche und Ultraschallsonde

Abb. 17b: Darstellung des Messpunktes Mid-Philtrum mit Kompressionsdruck

Bei einigen Messpunkten (*Nasion*, *End of Nasion*, *Mid-Philtrum*, *Chin-Lip-Fold*, *Mental Eminence* und *Lateral Orbit*) werden zwei jeweils 1 cm dicke Streifen des Ultraschallgels luftblasenfrei übereinander aufgetragen, um die anatomisch vorgegebenen Weichteilmulden der jeweiligen Gesichtspartie auszufüllen, was wiederum der Verhinderung kompressionsdruckbedingter Weichteilverformung dient (Abb. 18a und 18b).



Abb.18a: Nasion / End of Nasion
Ausgleich anatomisch vorgegebener Gesichtswichteilmulden

Abb. 18b: Chin-Lip-Fold / Mental Eminence

Sowohl in sitzender als auch in liegender Position erweist sich für den geübten Untersucher eine Handhalterung, insbesondere wegen der mangelnden Praktikabilität beim Aufsuchen der Messpunkte, als nicht notwendig.

4.2.3. Einstellung des Ultraschallsystems

Die Untersuchungen werden mit dem Ultraschallsystem SONOLINE Antares (Siemens medical, Erlangen) durchgeführt. Die Messungen erfolgen im B- Modus mittels einer 4 cm breiten Multifrequenzsonde VFX 13-5 MHz mit einer Arbeitsfrequenz von 12 MHz. Diese hochauflösende Sonde ist zur Darstellung der oberflächennahen Haut- und Weichgewebsstrukturen sehr gut geeignet und bildet die Grundlage für eine exakte Messung. Um eine optimale Schärfe und Bildqualität zu gewährleisten, wird die Fokuszone auf das Niveau der Gesichtsschädelknochen eingestellt. Auch die Einstellung der Eindringtiefe orientiert sich an den jeweils vorliegenden anatomischen Gegebenheiten: So erweist sich an Messpunkten mit eher geringerer Weichteildicke (*Frontal Eminence, Supraglabella, Glabella, Nasion* und *End of Nasion*) eine Tiefe von 2,5 cm als optimal, während bei den Messpunkten an stark weichteilbedeckten Stellen (*Mid-Philtrum, Chin-Lip-Fold, Mental Eminence, Beneath Chin, Supraorbital, Suborbital, Lateral Orbit, Zygomatic Arch, Supraglenoid, Gonion* und *Occlusal Line*) die Eindringtiefe auf 3 cm vergrößert wird. Nur bei Probanden mit einem hohen BMI und einem daraus resultierenden dickeren Weichteilmantel wird generell bei allen Punkten auf eine größere Tiefeneinstellung zurückgegriffen.

4.3. Fehlermessung

Für die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Messungen existiert eine Reihe von Fehlerquellen. Dazu gehören sowohl Weichteilverschiebungen infolge abweichender Kopfhaltungen, sowohl im Liegen als auch im Sitzen, als auch eine ungenaue Lokalisation des Messpunktes oder eine nicht rechtwinklige Messung zur knöchernen Bezugsstruktur. Um diese Fehler zu quantifizieren, werden an einer weiblichen 24-jährigen Person 5 Messungen innerhalb einer Sitzung sowie 6 Messungen über einen Zeitraum von 7 Monaten vorgenommen.

Einen Einfluss auf die Weichteildicke stellt auch die Kompression des Weichteilmantels durch den Druck der Ultraschallsonde selbst bzw. die Hand des Untersuchers dar. Hierzu wurden Messungen mit unterschiedlicher Kompression der Weichteile durchgeführt.

Zusätzlich wird eine Messung unter Verwendung einer Handhalterung (Stativ mit einem Gelkissen) durchgeführt. Hierbei soll überprüft werden, ob sich dadurch eine bessere Reproduzierbarkeit der Werte erreichen lässt. Bei dieser Untersuchung nehmen die Probanden während der Messung, die hier ebenfalls ausschließlich im Sitzen erfolgt, auf einem höhenverstellbaren Hocker Platz, so dass die Stativhöhe beibehalten werden kann.

Tageszeitabhängige Wassereinlagerungen im Weichteilmantel als mögliche Fehlerquelle werden von den Untersuchern im Gegensatz zu den anderen Einflussfaktoren als gering eingestuft. Die Messungen werden fast ausschließlich abends zwischen 18 und 22 Uhr durchgeführt. Die wenigen Messungen, die morgens stattfinden, werden nicht gesondert betrachtet.

5. Ergebnisse

5.1. Deskriptive Statistik

Es wurden 66 Probanden (31 Männer, 35 Frauen, Tab. 3 und 4) innerhalb einer Altersspanne von 22 bis 60 Jahren (Mittelwert 37,4 Jahre) vermessen.

Der BMI (Body-Mass-Index) betrug zwischen 17,2 und 45,2 kg/m², wobei der Mittelwert bei 24,6 kg/m² lag. Die Körpergröße der Probanden variierte zwischen 151 und 188 cm (Mittelwert 172,5 cm) und ihr Gewicht lag zwischen 47 und 120 kg (Mittelwert von 73,1 kg) (Tab. 1).

Bei der Durchführung des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests (Tab. 2) ergeben sich Normalverteilungen für Größe, Gewicht und nahezu alle Messpunkte der Probanden. Lediglich Alter, BMI und der Messpunkt *Lateral Orbit rechts* im Sitzen zeigen eine signifikante Abweichung (Diagr. 1 und 2). Die am stärksten vertretenen Altersgruppen waren Studenten der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes mit einem Alter zwischen 20 und 26 Jahren (38 %) sowie Patienten der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie des Universitätsklinikums des Saarlandes mit einem vorherrschenden Alter zwischen 46 und 60 Jahren (36 %). Mittlere Altersgruppen waren in einem geringeren Ausmaß vertreten. Der größte Teil des Kollektivs bestand aus normalgewichtigen Probanden mit einem BMI von 20 bis 25 kg/m², was auf das Probandenkollektiv zurückzuführen war. Die Abweichung von der Normalverteilung beim Messpunkt Lateral Orbit kann anhand des Probandenkollektivs nicht begründet werden und muss daher als zufällig angesehen werden.

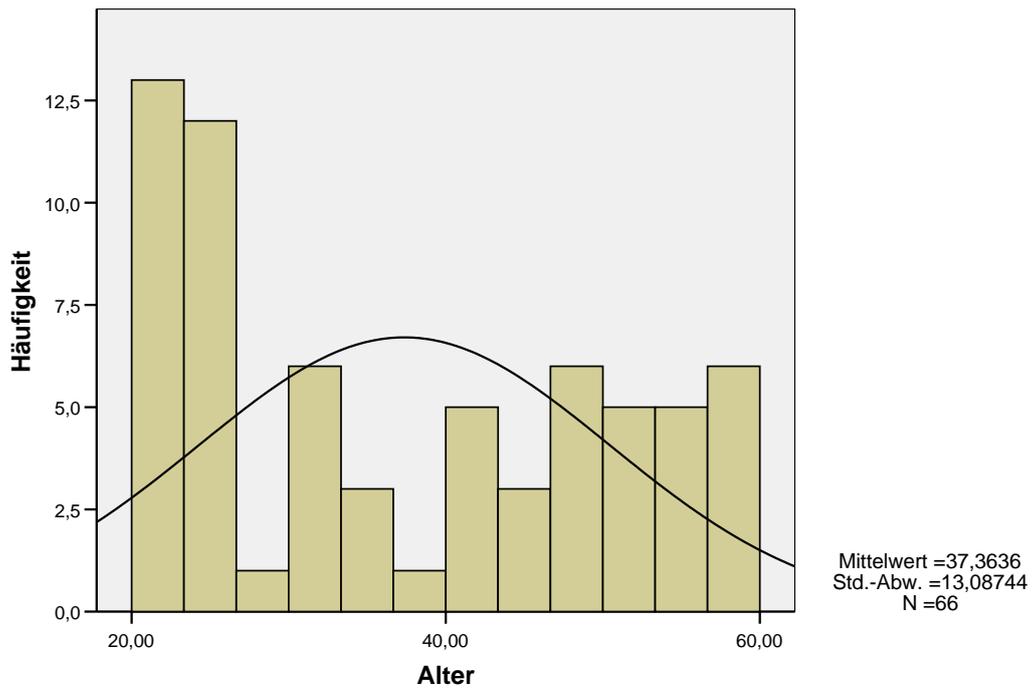


Diagramm 1: Abweichung des Alters von der Normalverteilung

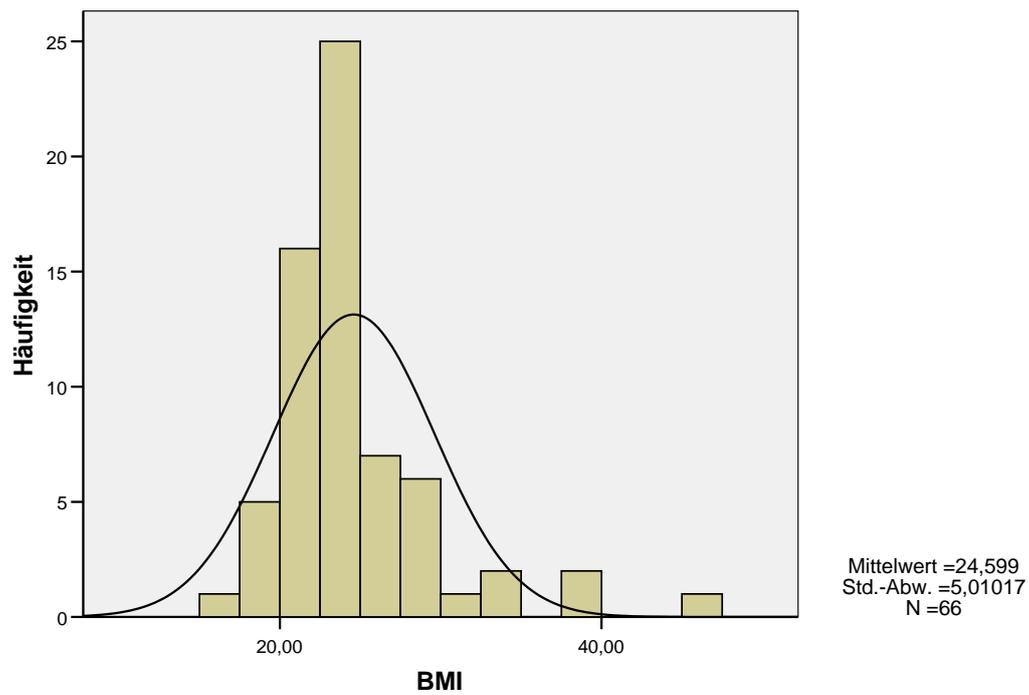


Diagramm 2: Abweichen des BMIs von der Normalverteilung

Eine Beschreibung der von uns erhobenen Daten mit den grundlegenden statistischen Kennzahlen liegt in Tab.1 vor. Die einzelnen Messwerte können während der Messung am Ultraschallsystem mit einer Genauigkeit von 0,1 mm erhoben werden. Bei den in der Tabelle dargestellten statistischen Kennzahlen werden die Mittelwerte aus praktischen Erwägungen auf 2 Nachkommastellen gerundet.

Die Weichteildickenwerte variieren in Abhängigkeit von der Messlokalisation stark. So weist der Landmark *End of Nasion* im Sitzen im Mittel eine Dicke von 2,67 mm und im Liegen von 2,74 mm auf und stellt damit den Messpunkt mit der geringsten Weichteildicke dar.

Punkte mit geringer Weichteildicke (2,67 mm bis 5,23 mm):

- Supraglabella
- Glabella
- End of Nasion
- Frontal Eminence rechts und links
- Suborbital rechts und links
- Lateral Orbit rechts und links

Punkte mit mittlerer Weichteildicke (6,09 mm bis 12,13 mm):

- Nasion
- Mid-Philtrum
- Chin-Lip-Fold
- Mental Eminence
- Beneath Chin
- Supraorbital rechts und links
- Zygomatic Arch rechts und links
- Supraglenoid rechts und links

Punkte mit großer Weichteildicke (14,16 mm bis 21,43 mm):

- Gonion rechts und links
- Occlusal Line rechts und links

Bei dem Landmark *Occlusal Line* findet sich die größte Weichteildicke: Hier betragen die Mittelwerte beider Seiten im Liegen 21,40 mm, rechts im Sitzen rechts 19,89 mm und links 20,43 mm.

Je geringer die Weichteildicke, desto kleiner die Spannweite der gemessenen Werte.

5.2. Weichteilverschiebung

5.2.1. Einleitung

Ziel der Arbeit war es herauszufinden, ob und in welchem Maße bei einem Wechsel der Körperhaltung vom Sitzen zum Liegen oder umgekehrt eine wertbare Weichteilverschiebung eintritt. Bereits bei der Darstellung der Messpunkte am Ultraschallgerät fällt mit bloßem Auge eine Veränderung der Weichteildicke auf, was in folgenden Beispielen – jeweils am selben Probanden im Liegen und im Sitzen gezeigt werden soll:

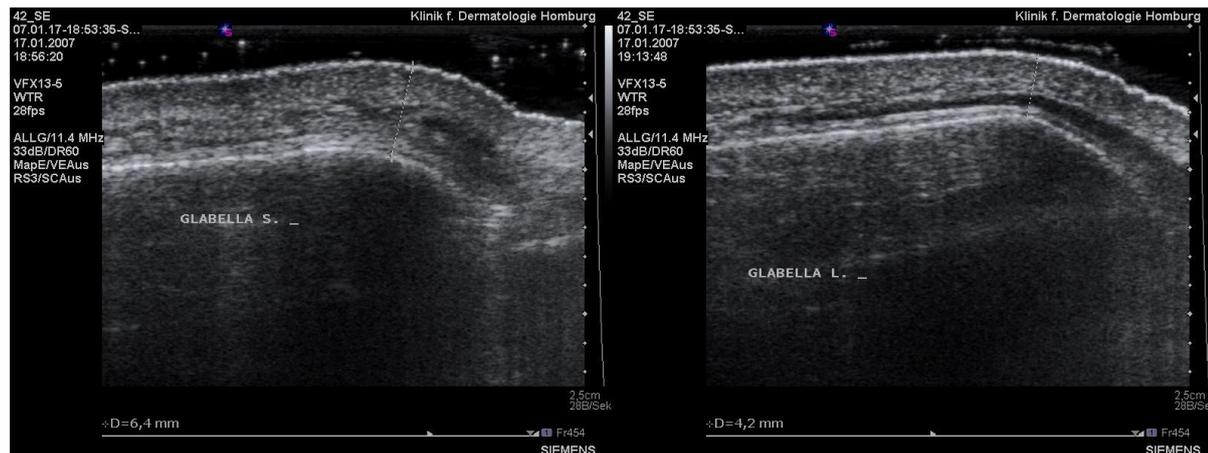


Abb. 19a: Glabella im Sitzen

Abb. 19b: Glabella im Liegen

Im Sitzen

Im Liegen

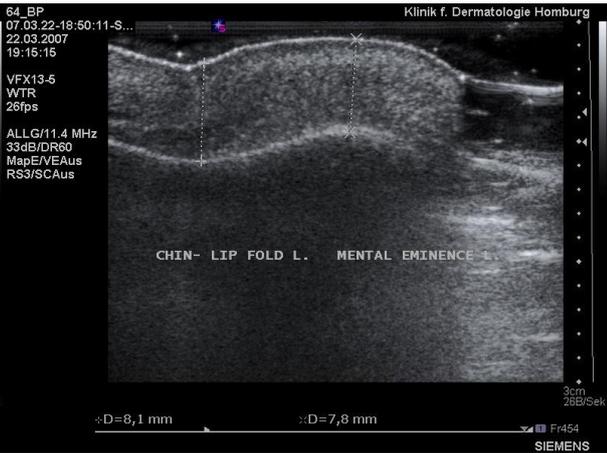


Abb. 20a: Chin-Lip-Fold und Mental Eminence

Abb. 20b: Chin-Lip-Fold und Mental Eminence

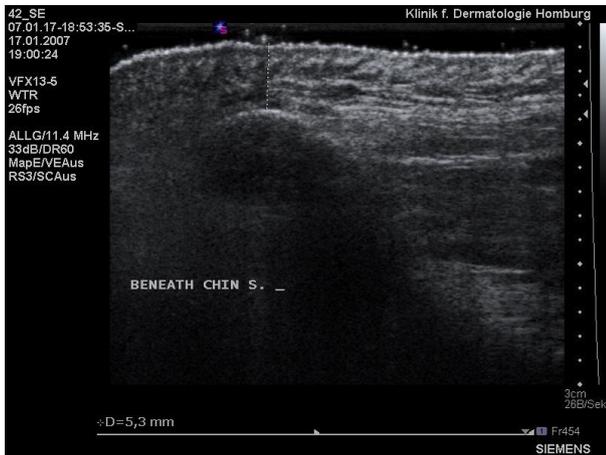


Abb. 21a: Beneath Chin im Sitzen

Abb. 21b: Beneath Chin im Liegen

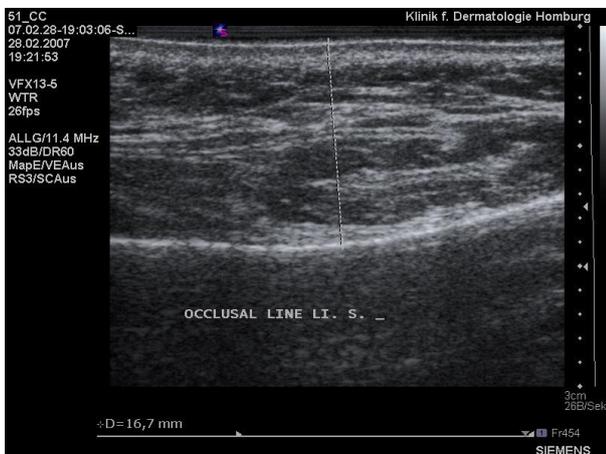


Abb. 22a: Occlusal Line links im Sitzen

Abb. 22b: Occlusal Line im Liegen

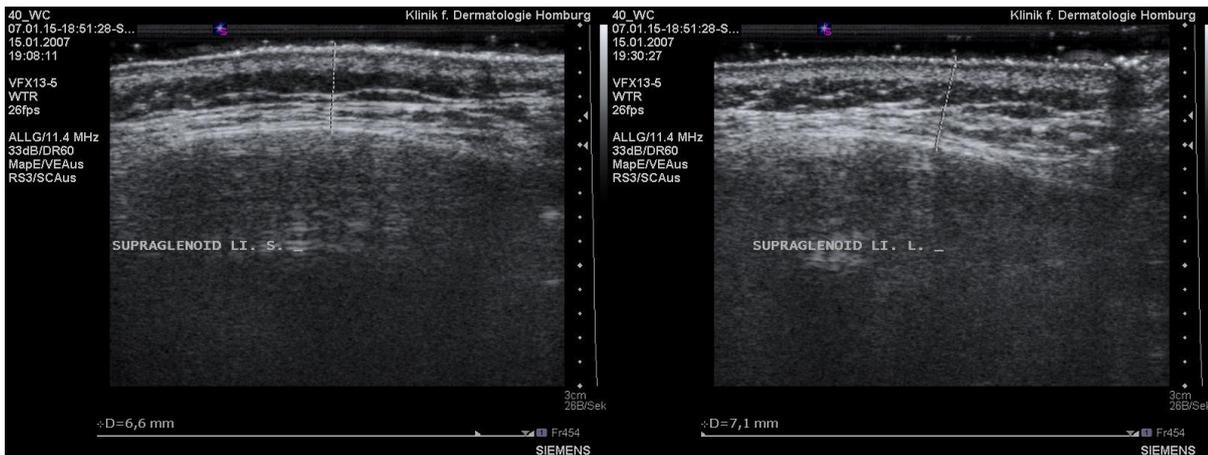


Abb. 23a: Supraglenoid links im Sitzen

Abb. 23b: Supraglenoid links im Liegen

5.2.2. Einfluss des Geschlechts auf die Weichteilverschiebung

Zur Überprüfung einer Abhängigkeit der Weichteilverschiebung vom Geschlecht wird der t-Test für die Mittelwertgleichheit durchgeführt (Tab. 9).

An folgenden Punkten verschieben sich die Weichteile bei Männern stärker als bei Frauen, wobei lediglich die fettgedruckte Verschiebung signifikant ist. Dabei handelt es sich hier stets um gleichgerichtete Verschiebungen bei beiden Geschlechtern, d. h. beide Geschlechter zeigen an dem jeweils betrachteten Punkt eine Zunahme im Liegen:

- Supraglabella
- Supraorbital links
- Zygomatic Arch links
- Occlusal Line rechts und links
- bzw. eine Zunahme im Sitzen:
 - Glabella
 - End of Nasion
 - Mid Philtrum
 - Chin-Lip-Fold
 - **Mental Eminence**
 - Suborbital links
 - Lateral Orbit rechts und links
 - Gonion rechts

An folgenden Punkten verschieben sich die Weichteile bei Frauen stärker als bei Männern, wobei es sich hier ebenfalls stets um gleichgerichtete Verschiebungen bei beiden Geschlechtern handelt. Signifikante Verschiebungen ergeben sich dabei aber nicht. Eine Weichteilzunahme im Liegen ergibt sich an:

- Beneath Chin
- Frontal Eminence rechts
- Suborbital rechts
- Zygomatic Arch rechts
- Supraglenoid rechts und links
- Gonion links

Eine Weichteilzunahme im Sitzen zeigt:

- Nasion

An folgenden Messpunkten existiert bei beiden Geschlechtern eine entgegengesetzt gerichtete Verschiebung, d. h. bei einem Geschlecht erfolgt eine Weichteilzunahme im Sitzen, wohingegen am gleichen Messpunkt das andere Geschlecht eine Abnahme der Weichteildicken erfährt. Fettgedruckte Punkte weisen dabei eine signifikante Weichteiländerung auf:

- **Frontal Eminence links**
- Supraorbital rechts
- Gonion links

Wie aus den Daten ersichtlich wird, ergeben sich lediglich bei zwei Messpunkten geschlechtsbedingte signifikante Unterschiede bei der Weichteilverschiebung infolge einer Änderung der Körperposition. Die Weichteilverschiebung bei Frauen verhält sich somit ähnlich wie diejenige bei Männern, so dass im weiteren Verlauf der Auswertung auf eine geschlechtsgetrennte Betrachtung der Daten verzichtet wird.

5.2.3. Weichteilverschiebung bei Positionsänderung

Zunächst wird die Korrelation zwischen den im Sitzen und Liegen erhobenen Weichteildicken untersucht, wobei sich dabei alle Korrelationen als signifikant erweisen.

Punkte mit sehr hoher Korrelation ($> 0,9$)

- **Nasion**

Punkte mit hoher Korrelation ($<0,9 - 0,7$)

- **Supraglabella**
- **Glabella**
- **End of Nasion**
- **Mid Philtrum**
- **Chin-Lip-Fold**
- **Mental Eminence**
- **Beneath Chin**
- **Frontal Eminence rechts und links**
- **Supraorbital rechts und links**
- **Suborbital rechts**
- **Lateral Orbit rechts und links**
- **Zygomatic Arch rechts und links**
- **Supraglenoid rechts und links**
- **Gonion rechts und links**
- **Occlusal Line links**

Folgende Punkte weisen eine mittlere Korrelation auf ($< 0,7 - 0,5$):

- **Suborbital links**
- **Occlusal Line rechts**

Anschließend werden die Daten mittels eines t-Tests für gepaarte Stichproben analysiert (Tab. 6). Hierbei ergibt sich eine Zunahme der Weichteildicke im Liegen an folgenden Punkten, wobei die fettgedruckten Landmarks dabei eine signifikante Änderung der Werte zeigen:

- Supraglabella
- **Beneath Chin**
- Frontal Eminence rechts und links
- Supraorbital links
- Suborbital rechts
- **Zygomatic Arch rechts und links**

- **Supraglenoid rechts und links**
- Gonion links
- **Occlusal Line rechts und links**

Daneben ergibt sich eine Zunahme der Weichteildicke im Sitzen an folgenden Punkten, wobei auch hier signifikante Änderungen fettgedruckt sind:

- **Glabella**
- **Nasion**
- End of Nasion
- Mid Philtrum
- **Chin-Lip-Fold**
- **Mental Eminence**
- Supraorbital rechts
- Suborbital links
- **Lateral Orbit** rechts und **links**
- Gonion rechts

Anhand der Ergebnisse des t-Tests (Tab. 6) lassen sich die jeweiligen Weichteilwerte bei Positionsänderungen vom Sitzen zum Liegen bzw. umgekehrt jeweils umrechnen.

Da in der Praxis häufiger eine Umrechnung von in liegender Position erhobenen Werten auf eine aufrechte Körperhaltung vorgenommen wird, können hierfür folgende Korrekturfaktoren verwendet werden:

- | | | |
|--------------------|--------|----------|
| - Nasion | | +0,7 mm |
| - End of Nasion | | +0,7 mm |
| - Mental Eminence | | +0,65 mm |
| - Chin-Lip-Fold | | +0,64 mm |
| - Glabella | | +0,27 mm |
| - Mid Philtrum | | +0,23 mm |
| - Suborbital | links | +0,21 mm |
| - Gonion | rechts | +0,17 mm |
| - Supraorbital | rechts | +0,14 mm |
| - Lateral Orbit | rechts | +0,14 mm |
| - Lateral Orbit | links | +0,14 mm |
| - Frontal Eminence | links | -0,01 mm |

- Frontal Eminence	rechts	-0,05 mm
- Supraglabella		-0,1 mm
- Suborbital	rechts	-0,13 mm
- Supraorbital	links	-0,3 mm
- Gonion	links	-0,35 mm
- Beneath Chin		-0,44 mm
- Zygomatic Arch	rechts	-0,45 mm
- Zygomatic Arch	links	-0,78 mm
- Supraglenoid	rechts	-0,92 mm
- Occlusal Line	links	-0,97 mm
- Supraglenoid	links	-1,33 mm
- Occlusal Line	rechts	-1,51 mm

5.2.4. Weichteilverschiebung in Abhängigkeit vom Alter

Die Weichteilverschiebung in Abhängigkeit vom Alter wird auf Grund der fehlenden Normalverteilung mit Hilfe des Rangkoeffizienten nach Spearman-Rho angegeben (Tab. 8).

Folgende Punkte haben eine geringe negative Korrelation zum Alter, signifikante Korrelationen sind fettgedruckt:

- **Nasion**
- Chin Lip Fold
- **Supraorbital** **rechts**
- **Lateral Orbit** **rechts**
- Lateral Orbit links
- **Supraglenoid** **rechts**
- **Gonion** **links**

5.2.5. Weichteilverschiebung in Abhängigkeit vom BMI

Auf Grund der fehlenden Normalverteilung wird zur Überprüfung eines Zusammenhanges von Weichteilverschiebung und BMI der Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman-Rho genutzt (Tab. 10).

Folgende Punkte weisen eine geringe positive Korrelation zum BMI auf, wobei auch hier Signifikanzen fettgedruckt werden:

- Supraorbital links
- **Suborbital rechts**

Folgende Punkte weisen eine sehr geringe positive Korrelation zum BMI auf:

- Supraglabella
- End of Nasion
- Chin-Lip-Fold
- Mental Eminence
- Suborbital links
- Zygomatic Arch rechts und links
- Supraglenoid links
- Gonion rechts und links
- Occlusal Line rechts und links

Folgende Punkte weisen eine sehr geringe negative Korrelation zum BMI auf:

- Glabella
- Nasion
- Mid-Philtrum
- Beneath Chin
- Frontal Eminence rechts und links
- Supraorbital rechts
- Lateral orbital rechts und links
- Supraglenoid rechts

5.2.6. Weichteilverschiebung im Seitenvergleich

Bei folgenden Punkten weisen die Weichteilverschiebungen der bilateralen Messpunkte auf der rechten und linken Gesichtsseite eine geringe positive Korrelation auf (Tab. 11), signifikante Werte werden hervorgehoben:

- **Frontal Eminence**
- **Zygomatic Arch**
- **Supraglenoid**
- **Gonion**
- **Occlusal Line**

Folgende Messpunkte weisen eine sehr geringe positive Korrelation beider Gesichtshälften auf (Tab. 11):

- Supraorbital
- Suborbital
- Lateral Orbit

Bei folgenden Punkten differieren die Weichteildicken bei Positionsänderung rechts stärker als links (Tab. 12), signifikante Werte werden hervorgehoben:

- Frontal Eminence
- **Suborbital**
- **Lateral Orbit**
- Occlusal Line

Bei folgenden Punkten differieren die Weichteildicken bei Positionsänderung links stärker als rechts (Tab. 12), signifikante Werte werden hier ebenfalls hervorgehoben:

- Supraorbital
- Zygomatic Arch
- **Supraglenoid**
- Gonion

5.3. Fehlerbestimmung

5.3.1. Intrapersoneller Fehler

In den intrapersonellen Fehler fließen folgende, durch den Untersucher verursachte Faktoren ein:

- a) eine ungenaue Lokalisation des Messpunktes
- b) eine nicht rechtwinklige Messung zur knöchernen Bezugsstruktur
- c) unterschiedlicher Anpressdruck der Messsonde
- d) eine vom Untersucher unbemerkte abweichende Kopfhaltung des Probanden.

Um diesen Fehler zu quantifizieren, werden folgende Fehlermessungen durchgeführt:

a) 5 zeitlich direkt aufeinanderfolgende Messungen an einer Probandin

Dabei werden bei einer 24-jährigen Probandin alle Messpunkte in 5 zeitlich direkt aufeinanderfolgenden Untersuchungsgängen vermessen. Die Messungen erfolgen hierbei ausschließlich in sitzender Position, da bereits während der Einarbeitungsphase am Ultraschallsystem die Vermessung im Sitzen hinsichtlich der Handhabung der Messsonde als schwieriger eingestuft wurde und somit in dieser Position der größte Fehler zu erwarten ist.

Im Rahmen der Auswertung werden die Standardabweichungen der Mittelwerte der 5 Fehlermessungen mit den Standardabweichungen der Mittelwerte der erhobenen Probandendaten verglichen (Tab. 14).

Bei allen Messpunkten ist die Standardabweichung der Fehlermessung deutlich kleiner als die des gesamten Probandenguts.

Die Standardabweichung der Fehlermessungen beträgt dabei zwischen 7,5 % (am Messpunkt *Lateral Orbit links* im Sitzen) und 47,76 % (am Messpunkt *Supraorbital rechts* im Sitzen) der Standardabweichung der Probandenwerte.

b) 6 Messungen im Zeitraum von 7 Monaten an einer Probandin

Um den intrapersonellen Messfehler über einen längeren Zeitraum zu quantifizieren, werden die Weichteildickenwerte der bereits unter Punkt a) vermessenen 24-jährigen Probandin über einen Zeitraum von 7 Monaten in 6 Sitzungen erhoben (Tab. 15). Auch hier werden im Rahmen der Auswertung die Standardabweichungen der Mittelwerte der 6 Fehlermessungen mit den Standardabweichungen der Mittelwerte der erhobenen Probandendaten verglichen (Tab. 14).

Bei allen Messpunkten ist die Standardabweichung der Fehlermessung deutlich kleiner als die des gesamten Probandengutes.

Die Standardabweichung der Fehlermessungen beträgt dabei zwischen 14,56 % (am Messpunkt *Nasion* im Sitzen) und 55,33 % (am Messpunkt *Gonion links* im Sitzen) der Standardabweichung der Probandenwerte.

5.3.2. Einfluss des Anpressdrucks auf die Weichteildicke

Wird starker Druck auf das Gewebe ausgeübt, so wird die Weichteilschicht komprimiert und die Weichteildicke verringert sich. Aus folgendem Grund wurden hierzu keine gesonderten Daten erhoben:

- Der Untersucher bestreicht die Ultraschallsonde vor jeder Messung erneut mit Gel und setzt sie erneut auf.
- Kompressionsdrücke auf die Messsonde werden durch den Streifen Ultraschallgel abgefangen.
- Es erfolgt eine visuelle Kontrolle der Ultraschallbilder, da eine Kompression des Gewebes zu einer Verformung des Gelkissens im Ultraschallbild führt. Bei einer sichtbaren Verformung wird die Sonde erneut aufgesetzt und die Messung wiederholt.
- Wird trotz visueller Kontrolle Druck auf Weichteile ausgeübt, nimmt dies vor allem Einfluss auf die absoluten Weichteildicken, die relative Weichteilverschiebung ist davon weitgehend unabhängig.
- Unterschiedlicher Anpressdruck der Messsonde fließt in den intrapersonellen Fehler mit ein und wird durch die Fehlermessungen 5.3.1. a) und b) quantifiziert.

5.3.3. Messung mittels einer Handhalterung

Es werden 8 Messungen mittels einer höhenverstellbaren Handhalterung durchgeführt. Diese Fehlermessung soll Aufschluss darüber geben, ob durch diese stützende Handablage der intrapersonelle Fehler verringert werden kann. Dafür wird bei der in den vorherigen Punkten erwähnten 24-jährigen Probandin in 8 direkt aufeinander folgenden Messdurchgängen unter Benutzung der Handhalterung die Weichteildicke im Sitzen erhoben.

Hier werden im Rahmen der Auswertung die Standardabweichungen der Mittelwerte dieser 8 Fehlermessungen mit den Standardabweichungen der Mittelwerte der Fehlermessungen unter 5.3.1.a und 5.3.1.b verglichen (Tab. 13).

Bei folgenden Messpunkten ist die Standardabweichung der Fehlermessung unter Hinzuziehung der Handhalterung mit derjenigen ohne Handhalterung unter Punkt 5.3.1.a vergleichbar:

- Nasion
- Supraglabella
- Mid-Philtrum
- Beneath Chin
- Frontal Eminence rechts und links
- Suborbital rechts
- Lateral Orbit rechts und links
- Zygomatic Arch rechts und links
- Supraglenoid rechts und links

Bei den übrigen Messpunkten konnte die Standardabweichung in geringem Maße durch die Handhalterung verringert werden. Die Standardabweichung der Fehlermessungen mit Handhalterung beträgt dabei zwischen 96,4% (am Messpunkt *Supraorbital links* im Sitzen) und 52,24% (am Messpunkt *Supraorbital rechts* im Sitzen) von der Standardabweichung der Fehlermessungen ohne Handhalterung.

Bei folgenden Messpunkten ist die Standardabweichung der Fehlermessung unter Hinzuziehung der Handhalterung mit derjenigen ohne Handhalterung unter Punkt 4.3.1.b vergleichbar:

- Supraorbital rechts
- Suborbital links

- Lateral Orbit rechts
- Supraglenoid links
- Gonion rechts

Bei den übrigen Messpunkten konnte die Standardabweichung in geringem Maße durch die Handhalterung verringert werden.

Die Standardabweichung der Fehlermessungen mit Handhalterung beträgt dabei zwischen 70,9 % (am Messpunkt *End of Nasion* im Sitzen) und 49,5 % (am Messpunkt *Occlusal Line links* im Sitzen) von der Standardabweichung der Fehlermessungen ohne Handhalterung.

5.3.4. Einfluss der Tageszeit auf die Weichteildicke

Tageszeitabhängige Wassereinlagerungen im Weichteilmantel als mögliche Fehlerquelle werden im Gegensatz zu anderen Einflussfaktoren als gering eingestuft. Die Messungen werden fast ausschließlich abends zwischen 18 und 22 Uhr durchgeführt. Die wenigen Messungen, die morgens stattfinden, werden nicht gesondert betrachtet.

6. Diskussion

6.1. Verfahren zur Gesichtsweichteilrekonstruktion und deren Problematik

Trotz der technischen Entwicklung (ständig steigende Rechenleistung der PCs) und der damit verbundenen erweiterten Möglichkeiten bleiben die durch viele Messmethoden gewonnenen Weichteildicken in den einzelnen Gesichtsanteilen Basis der Gesichtsweichteilrekonstruktion. Bereits bei der Vermessung der Weichteildicken auftretende Fehler oder Ungenauigkeiten werden auch durch modernste Rekonstruktionsverfahren nicht ausgeglichen.

Die historisch älteste Rekonstruktionsmethode, die manuelle Gesichtsrekonstruktion, stellt eine sehr zeitaufwändige Methode dar und wird derzeit nur von wenigen Personen in Deutschland durchgeführt. Neben forensischen Kenntnissen sind hierbei auch handwerkliche und künstlerische Fähigkeiten gefragt (BUZUG, BONGARTZ, 2006; TAYLOR, 2001), da auf einen Modellkopf die durchschnittlichen Weichteildicken an den entsprechenden morphologischen Stellen durch das Auftragen von Tonschichten nachgebildet werden. Je näher die Rekonstruktion der Hautoberfläche kommt und Accessoires wie Haare, Augen oder Ohrmuscheln einschließt, desto mehr fließt der künstlerische Aspekt und das Einfühlungsvermögen des Rekonstruktors mit ein, was sich ebenso gut als positiver wie als negativer Effekt darstellen kann.

In den letzten Jahren befindet sich die klassische Gesichtsrekonstruktion durch die erweiterten Möglichkeiten im IT- Bereich im Übergang zur computergestützten Gesichtsrekonstruktion. So eröffneten sich neue Wege für computergestützte Rekonstruktionen (PUNG et al., 2007).

Bereits 1984 schrieb Helmer, dass es dem Wissenschaftler möglich sei, auf dem Schädel das Abbild einer Person zu erstellen und so eine „entfernte Ähnlichkeit“ zu erreichen, selbst wenn kein Personenportrait vorliegt. „Dass man in diesen Fällen trotzdem nicht von einer individuellen Ähnlichkeit sprechen kann, zeigt einmal mehr, dass das Rekonstruktionsverfahren in dieser Hinsicht überfordert wird und allenfalls eine Gruppenähnlichkeit zu erreichen ist“ (HELMER 1984). Helmer führte 1988 selbst Versuche zur Überprüfung der Zuverlässigkeit der Rekonstruktionstechnik durch, wobei sich bei 50 % der rekonstruierten Gesichter eine annähernde und bei 33 % eine weitgehende Ähnlichkeit ergab (HELMER et al., 1988). Vanezis vertrat dazu die Ansicht,

es könne nicht behauptet werden, dass eine Rekonstruktion ein genaues Ebenbild der Person zu Lebzeiten darstellt. Aber sie sei bereits dann erfolgreich, wenn sie teilweise die Wiedererkennung erleichtere (VANEZIS et al., 1999).

Im Jahr 2005 bei der 2. Konferenz der Gesichtsweichteilrekonstruktion in Remagen wurde dieses Problem erneut aufgegriffen. Es wurde im Rahmen einer internationalen Studie auf der Grundlage eines realen Falles ein menschlicher Schädel von 21 Gutachtern mit Hilfe verschiedener Rekonstruktionsmethoden (Skulpturen, Zeichnungen und Computerbilder) rekonstruiert. Die Ergebnisse fielen weitaus uneinheitlicher als erhofft aus. Obwohl allen Experten dieselben Daten sowie eine genaue Kopie des Schädels zur Verfügung standen, ergaben sich zum Teil gravierende Unterschiede (SIGL et al., 2006).

Die Gründe hierfür liegen neben Unterschieden in der individuellen Erfahrung, der künstlerischen Interpretation und Geschicklichkeit des Gutachters selbst auch im Mangel an wissenschaftlicher Standardisierung und in der unterschiedlich ausgeprägten Einhaltung bereits bestehender verbindlicher Vorschriften.

Daneben existiert jedoch ein weiterer, in der Literatur kaum beachteter, jedoch aus unserer Sicht äußerst relevanter Einflussfaktor: Die bisher genutzten Weichteildickenwerte entstammen Messserien an liegenden Personen. Das Rekonstruktionsergebnis zeigt jedoch stets eine Person in aufrechter Körperhaltung. Es stellt sich hierbei nun die Frage nach dem Ausmaß der bei einem Wechsel der Körperhaltung auftretenden Weichteilverschiebung und deren Auswirkung auf das Ergebnis einer Rekonstruktion.

Lediglich in einer neueren Veröffentlichung des BKA aus dem Jahr 2007 zum Thema Gesichtsweichteilrekonstruktion wird dazu wie folgt Stellung genommen: Auf Fotografien wurde augenscheinlich, dass die Gesichtsweichteile im Liegen in Richtung der Occipitalregion abfallen. Im Vergleich zu der Ansicht in aufrechter Position erscheint der Kopf dadurch deutlich verzerrt. Bei Verwendung dieser Weichteildicken für die Gesichtsrekonstruktion kann der Wiedererkennungswert der Person dadurch wahrscheinlich deutlich beeinträchtigt werden. Eine geringere Verzerrung der Weichteile wird an Stellen erwartet, an denen die Weichteile gut am Knochen fixiert sind. Im Mund- oder Wangenbereich, wo die Weichteilfixierung viel geringer ist, dürfte die Verzerrung stärker ausfallen. „Das Ausmaß der Weichteilverzerrung indes ist nicht bekannt“ (WITTWER- BACHOFEN et al., 2007).

6.2 Vergleich verschiedener Messmethoden

Bei den ersten Messungen Ende des 19. Jahrhunderts von His, Kollman und Buchly mittels Rußnadeln ergaben sich zwei mögliche Fehlerquellen: zum Ersten bestand die Möglichkeit der nicht senkrechten Einführung des Messapparates in Bezug zur Knochenoberfläche, da die Haltung und Lage des Messinstrumentes und die knöcherne Bezugsebene während der Messung nicht einsehbar waren.

Im Vergleich dazu können in unserer Studie die knöcherne Bezugsebene und der darüber liegende Hautmantel dargestellt werden. Die Messung erfolgt an einem zweidimensionalen Bild direkt am Ultraschallsystem, wobei innerhalb der sichtbaren Dimensionen die senkrechte Messung gewährleistet werden kann. Die 3. Dimension ist auf den Bildern des Ultraschallsystems nicht ersichtlich. Die daraus entstehenden Messabweichungen werden mithilfe der Fehlermessungen quantifiziert.

Die zweite Fehlerquelle stellt die Tatsache dar, dass die Werte der Weichteildicken der Vorauforen an Leichen gewonnen wurden. Dabei wurden die Messergebnisse von einer Reihe postmortaler Faktoren, wie z.B. Wasserverlust, Fäulnisauftreibung und Muskelschlaffung, beeinflusst (EL-MEHALLAWI, SOLIMAN, 2001). Helmer verglich die an Lebenden gewonnenen Messwerte mit den Messergebnissen, die an Leichen ermittelt wurden, und kam dabei bei Toten zu teilweise erheblich dünneren Weichteilschichten am Schädel als bei Lebenden (HELMER, 1984). Dies ist in erster Linie auf den nach Todeseintritt beginnenden, nicht mehr zu kompensierenden Wasserverlust sowie den Spannungsverlust der Muskulatur zurückzuführen. Auch Lampe sieht den Unterschied zwischen Leichen und Lebenden in der Abnahme des Turgors und Verlustes des Tonus der Muskulatur (LAMPE et al., 2007). Rhine und Campbell führten im Jahr 1980 deswegen ihre Messungen mittels Gummistoppnadeln an Leichen negriider Abstammung durch, die nicht länger als 12 Stunden verstorben waren, um den postmortalen Einfluss möglichst gering zu halten (NELSON, MICHAEL, 1998). Daneben vertritt Lampe die Ansicht, dass Ultraschallmessungen beziehungsweise Computer-Tomographie-Datensätze von Lebenden für die Gesichtsweichteilbestimmung vorzuziehen sind, um die Wiedergabe eines toten Gesichts zu vermeiden. Außerdem befürchtet er, dass verschiedene Todesursachen mögliche Verzerrungen der Weichteildicke hervorrufen, wie z.B. die Abnahme der

Weichteildicken nach einer langen auszehrenden Krankheit oder aber Weichteilverluste bei Unfallopfern (LAMPE et al., 2007).

In unseren Untersuchungen werden aus diesen Gründen Lebende vermessen. Ausschlusskriterien für Probanden waren Krankheiten mit Einfluss auf den Weichteilmantel des Gesichtes wie Schwellungen, Tumore, M. Cushing sowie bei Männern ein ausgeprägter Bartwuchs.

An lebenden Probanden können invasive Messmethoden, z.B. mittels der Rußnadeltechnik, nicht durchgeführt werden, hier kommen bildgebende Verfahren zur Anwendung. Unter den zur Verfügung stehenden Methoden halten wir die Ultraschallmethode aus den folgenden Gründen für die beste. Einige der bildgebenden Verfahren weisen eine hohe Strahlenbelastung für Probanden auf (CT, konventionelles Röntgen), so dass eine Darstellung des gesamten Gesichtsschädels lediglich aus morphologischem Interesse und ohne diagnostische oder therapeutische Zielsetzung nicht in Betracht kommt. Bereits aus diagnostischen Gründen angefertigte Aufnahmen können zwar verwendet werden, jedoch umfasst der Datensatz in der überwiegenden Zahl der Fälle lediglich einen Teil des Gesichtes.

Ein weiteres Problem bei der Verwendung von unter klinischen Gesichtspunkten angefertigten Aufnahmen stellen die Erkrankungen der Patienten dar, die einen großen Einfluss auf Schädelknochen und bedeckende Weichteile nehmen können (WITTWER-BACHOFEN et al., 2007). Die Methode mittels Ultraschall erlaubt hingegen aufgrund fehlender Strahlenbelastung auch die wiederholte Vermessung der gesamten Gesichteweichteile von Personen außerhalb diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen.

Ein weiteres bereits angesprochenes Problem nicht für die Messung der Weichteildicke, sehr wohl jedoch für die Rekonstruktion auf Grundlage der Dickenwerte, besteht in der Erhebung der bisherigen Messwerte an liegenden Personen und der Rekonstruktion aufrechter Gesichter. Dieses Problem tritt sowohl bei der Vermessung an Toten als auch an Lebenden auf. Bei den ersten Messungen mittels Ultraschall, die 1977 von Helmer durchgeführt wurden, lagen die Probanden in einem zahnärztlichen Behandlungsstuhl, was fast einer liegenden Position entsprach (HELMER, 1984). Auch bei der Messreihe im Jahr 1985 von Hodson, bei der die Weichteildicke an kaukasoiden Kindern mittels Ultraschall erfasst wurde, fand die Vermessung im Liegen statt (HODSON et al., 1985). Der Vorteil der Vermessung Lebender besteht jedoch in der Möglichkeit, die Körperhaltung während der Messung prinzipiell frei wählen zu können. Diese Option

wurde in der Vergangenheit lediglich durch das Fehlen von validierten bildgebenden Verfahren für aufrecht stehende oder sitzende Personen eingeschränkt. In jüngerer Zeit werden jedoch radiologische Verfahren entwickelt, die auch die computertomographische Darstellung aufrechter Personen ermöglichen. In unserer Untersuchung nehmen die Probanden nicht nur eine aufrechte Haltung ein, sondern es wird zusätzlich auf eine natürliche Kopfhaltung geachtet. Genutzt wird die „Natural Head Position“ nach Broca (Abb. 15), (CLEMENT, RANSON, 1998), die die meisten Menschen in Ruhe automatisch einnehmen, wenn sie ihren Blick horizontal halten. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass bei den hier im Sitzen untersuchten Probanden eine weitgehend identische Kopfhaltung vorliegt und diese reproduzierbar ist. Da außerdem diese Position als Ruhehaltung des Kopfes empfunden wird, ist davon auszugehen, dass sie auch zu Lebzeiten häufig eingenommen wird. So werden in dieser Studie die Weichteildicken einer typischen Kopfhaltung erfasst, was zu einer realitätsnäheren Gesichtsweichteilrekonstruktion beiträgt und garantiert, dass während des bis zu einer halben Stunde dauernden Messvorganges die Kopfhaltung beibehalten werden kann. Eine andere, vor allem von Anthropologen häufig angewandte Kopfhaltung stellt die Frankfurter Horizontale dar, bei der der tiefste Punkt der Orbita mit dem lateralsten Punkt des Meatus acusticus externus in einer Horizontalen liegt (TAYLOR, 2001). Diese Kopfhaltung entspricht jedoch weniger einer typischen Normhaltung und wird von den Probanden als eher anstrengend empfunden, was die Reproduzierbarkeit und Verlässlichkeit unserer Messungen eingeschränkt hätte (KNUSSMANN, 1988; FARKAS et al., 1980; BELLMANN, 2004).

El-Mehallawi führt aus, es bestünde zwischen Ultraschall, MRT- und CT-Aufnahmen kein Unterschied in der Genauigkeit der Weichteildickenmessung. MRT und CT stellen teure und auf Grund dieser Tatsache nicht überall vorhandene Verfahren dar, wohingegen ein Ultraschallmessplatz zur Grundausstattung einer modernen medizinischen Einrichtung gehöre (EL-MEHALLAWI, SOLIMAN, 2001).

Vergleicht man eine Ultraschallmessung mit einer Messung mittels CT oder MRT, so wird ein Nachteil des Ultraschallverfahrens sichtbar: Hier kann lediglich an ausgewählten Messpunkten, in dieser Arbeit an 24 Landmarks, die Weichteildicke erhoben werden. Die Bereiche zwischen den Messpunkten müssen später bei einer Rekonstruktion auf der Grundlage derartiger Weichteildickenangaben interpoliert werden. Im CT und MRT kann jeder Punkt des Gesichts vermessen werden, so dass eine Interpolation der Werte zwischen zwei Messpunkten entfällt (HELMER et al., 1986).

Auch Nelsen sieht den Vorteil von Vermessungen mittels CT darin, dass mit wesentlich mehr Landmarks gearbeitet werden kann als bisher, denn die größte Fehlerquelle stelle vor allem der Mangel an Landmarks dar (NELSON, MICHAEL, 1998).

Da die vorliegende Studie einen ersten Überblick über mögliche Weichteilverschiebungen bei einem Wechsel von sitzender zu liegender Position verschaffen soll, scheint es aus unserer Sicht gerechtfertigt und ausreichend, sich auf die exemplarische Erfassung der hier verwendeten 24 Landmarks zu beschränken.

6.3 Deskriptive Statistik

6.3.1. Männer und Frauen

Beim Vergleich der Mittelwerte der absoluten Weichteildicken unserer Probanden im Liegen mit denen von Rhine und Moore aus dem Jahr 1982/1984 (TAYLOR, 2001) zeigen sich bei beiden Probandengruppen bei beiden Geschlechtern vergleichbare Weichteildicken mit geringen Schwankungen von 0,2 % bis zu 15 %. Schwankungen bis zu 30 % ergeben sich bei beiden Geschlechtern jeweils an 4 Messpunkten im Ober- und Unteraugenbereich, im Wangenbereich und bei den Frauen zusätzlich im oberen medialen Stirnbereich.

Eine extrem große Schwankung findet sich sowohl bei Männern als auch bei Frauen lediglich am Punkt Lateral Orbit mit einer Diskrepanz von 200 % bei beiden Geschlechtern, die deutlich auffällt und sich aus unserer Sicht zunächst weder durch eine besonders schwierig zu vermessende Lage noch durch andere auffällige Gegebenheiten auszeichnet. Als eine denkbare Erklärung wäre evtl. die in den letzten 20 Jahren erfolgte generelle Zunahme des Körpergewichtes in der Bevölkerung anzusehen, die sich auch auf die Ausprägung der Gesichtsweichteildicken niederschlagen dürfte.

Im Vergleich zu den Messwerten der absoluten Weichteildicken unserer Probanden mit denen von Helmer (1984/1986) zeigen sich insgesamt zu unseren Ergebnissen vergleichbare Werte. Auffallend ist, dass Helmer im Gegensatz zu unseren Werten bis auf wenige Ausnahmen größere Weichteildicken feststellt. Diese betreffen Gonion und Zygomatic Arch bei beiden Geschlechtern und bei Frauen zusätzlich den Messpunkt Nasion. Mögliche Gründe hierfür können zum einen die halbsitzende Position, die die Probanden bei Helmers Messungen in einem Zahnarztstuhl einnahmen, zum anderen

die verschiedenen Messtechniken zur Vermeidung von Kompression darstellen. So führte Helmer vor jeder Messung mehrmals eine Aufsetz- und Abzugsbewegung durch, um überschüssiges Kontaktgel herauszudrücken und nur noch eine kapilläre Gelschicht zwischen Sonde und Haut zu erhalten, was einem „schwerelosen Aufliegen“ entsprechen sollte (HELMER, 1984). Bei der Überprüfung seiner Werte im Jahr 1986 mittels Kernspin-Tomographie und dem Vergleich zu denen von 1986 kam er zu dem Schluss, dass die meisten Messwerte eine gute Übereinstimmung und identische Messwerte aufweisen. Trotzdem wurden Abweichungen bei einzelnen Messergebnissen der Weichteilstärke aus der seitlichen Gesichtsregion und dem Unterkieferbereich ersichtlich (HELMER et al., 1986). Helmer sah den Grund dafür in einer unterschiedlichen Genauigkeit der Messorte bei den Untersuchungsverfahren.

Auch das mehrmalige Ausüben von Druck- und Zugkräften auf die Weichteile kann aus unserer Sicht zu einer Verzerrung bzw. zu einer Weichteilverdickung führen. Helmer setzte an manchen Messpunkten die Ultraschallsonde gekantet auf die Haut auf, um das Schallbündel lotrecht auf die Knochenoberfläche auftreffen zu lassen, wodurch auch eine Deformierung der Weichteilschicht und Veränderung deren Dicke resultieren kann (HELMER, 1986). Wenn im Gegensatz dazu in unserer Arbeit ein problemloses Auflegen der Ultraschallsonde auf die Haut, beispielsweise aufgrund der Kuhle an Nase und Kinn, nicht möglich ist, wird dieser Bereich mit Ultraschallgel aufgefüllt und so eine Kippung der Sonde vermieden. Des Weiteren unterteilte Helmer seine Probanden in dünne, normalgewichtige und adipöse Personen, wobei der dieser Einteilung zugrunde liegende BMI in der Arbeit nicht angegeben wird. Der hier durchgeführte Vergleich unserer Weichteildicken mit den bei HELMER aufgeführten bezieht sich nur auf die Gruppe der dort als „normalgewichtig“ bezeichneten. Da sich unsere Probandengruppe überwiegend im unteren Teil des BMI-klassifizierten Normalgewichts befindet, weisen Helmers Probanden möglicherweise einen höheren BMI auf als die in unserer Studie vermessenen Personen.

6.3.2. Geschlechtsbedingte Unterschiede

Nicht nur an den Weichteilen, sondern auch am knöchernen Schädel existieren Sexualdimorphismen, die eine Ableitung des Geschlechts zulassen. Teilweise sind derartige knöcherne Unterschiede sogar durch Weichgewebe bedingt: so stellen sich

knöchernen Strukturen (z.B. das Mastoid), die als Muskelansatzpunkte dienen, bei Frauen aufgrund der allgemein geringeren Muskelmasse als ebener und flacher dar, wohingegen diese Regionen bei Männern deutliche Vorsprünge oder Muskelansatzleisten aufweisen können. (VERHOFF et al., 2006). Aus diesem Grund sowie infolge des Wissens um geschlechtsspezifische Unterschiede im Wassergehalt von Weichgeweben bei Männern und Frauen wurden die Weichteildicken immer geschlechtlich getrennt untersucht und aufgeführt. Prinzipiell werden in der Literatur für Männer größere Weichteildicken angegeben als für Frauen (HELMER, 1984).

Trotz der geschlechtsabhängig unterschiedlichen **Weichteildicken**, die sich auch in unseren Werten finden, lässt sich aus unseren Ergebnissen ein genereller signifikanter geschlechtsbedingter Unterschied bezüglich der **Weichteilverschiebung** nicht ableiten. Die auftretenden geschlechtsdifferenzen Weichteilverschiebungen sind nicht als signifikant zu werten, d.h. sie gehen nicht über das auch zufällig mögliche Maß hinaus. Lediglich an zwei Messpunkten, der Kinnmitte und dem linken Stirnhöcker, existieren signifikante Unterschiede, wobei sich aus den von uns gewonnenen Daten hierfür keine ausreichende Erklärung ableiten lässt.

Somit hat das Geschlecht einen vernachlässigbar geringen Einfluss auf die lageabhängige Verschiebung der Gesichtspartien, so dass in der weiteren Diskussion auf eine geschlechtsgetrennte Betrachtung der Daten verzichtet wird.

6.3.3. Weichteilverschiebung einzelner Messpunkte

Alle Landmarks, die im Sitzen eine dickere Weichteilschicht als im Liegen aufweisen, befinden sich, ungeachtet ihrer Signifikanz, vor allem im Bereich der Gesichtsmittellinie und beziehen hier alle Strukturen von der Stirn über die Nasen-, Mund- und Kinnregion ein. Lediglich die ebenfalls in der Körpermittellinie befindlichen Punkte im oberen Stirnbereich und im Mundbodenbereich weisen eine entgegen gesetzte Dickenzunahme im Liegen auf, was sich durch das Abfallen der Stirnweichteile im Liegen nach Occipital und der Mundbodenweichteile Halswärts erklären lässt. Im Liegen nehmen, bei gemeinsamer Betrachtung von signifikanten und nicht signifikanten Landmarks, dagegen die lateralen Gesichtsbereiche, die in dieser Körperposition die abhängigen Gebiete darstellen, entsprechend der Schwerkraft an Weichteildicke zu, wobei auch hier nahezu alle Gesichtsanteile (Stirn, Augen, oberer/mittlerer/unterer Wangenbereich) betroffen sind. Unter abhängigen Partien versteht man in sitzender Position alle

fußwärts gerichteten Gesichtspartien, beim liegenden Probanden hingegen werden als „abhängig“ die zur Unterlage hinweisenden Gesichtsbereiche bezeichnet. Bei den Messpunkten am Ober- und Unterrand der knöchernen Augenhöhle sowie am Kieferwinkel verschieben sich die einzelnen Gesichtsseiten gegensinnig, wofür sich an dieser Stelle zunächst keine andere ursächliche Erklärung als das Auftreten zufälliger Messfehler findet. Eine mögliche Ursache ist in an diesen Punkten auftretenden Messschwierigkeiten zu suchen, da an diesen Messpunkten aufgrund der unebenen knöchernen Unterlage die rechtwinklige Messung des Haut-Knochen-Abstandes nur schwierig durchzuführen ist.

Da die Weichteildicken in der Gesichtsmittellinie im Liegen geringer und die seitlichen Gesichtspartien sowie der Mundbodenbereich im Liegen dicker ausfallen, ist davon auszugehen, dass bei den bisherigen Rekonstruktionen aufgrund der Erfassung der Weichteildicken in liegender Position die Gesichtsmitte zu dünn und der Mundboden sowie die Seitenpartien des Gesichts zu weichteilstark rekonstruiert wurden.

Das in dieser Studie erhaltene Ergebnis bestätigt sowohl unsere zu Beginn der Arbeit gestellte Hypothese als auch die Vermutung von Wittwer-Bachofen, dass im Liegen die Gesichtsseiten der Schwerkraft folgend in Richtung abhängiger Partien abfallen und das Gesicht von liegenden Personen im Vergleich zur Ansicht in aufrechter Position verzerrt erscheint (WITTWER-BACHOFEN et al., 2007). Wittwer-Bachofen vermutet darüber hinaus, dass an anatomischen Punkten, wie Stirn oder Nase, an denen die Weichteile auf dem Knochen gut fixiert sind, eine derartige Verzerrung gering einzuschätzen und eventuell vernachlässigbar ist. Im Gegensatz dazu erwartet sie im Mund- und Wangenbereich, der einen stärkeren Weichteilmantel teilweise auch ohne knöchernen Unterlage aufweist, auf Grund der geringeren Fixierung eine stärkere Verzerrung (WITTWER-BACHOFEN et al., 2007).

Diese Vermutung kann, bei gemeinsamer Betrachtung von signifikanten und nicht signifikanten Landmarks, in dieser Untersuchung zunächst nicht bestätigt werden. Nicht die Weichteildicke und die damit verbundene Fixierung am Knochen sind primär verantwortlich für den Grad der Verschiebung, sondern es stellt sich vielmehr die Lokalisation des Messpunktes in einer abhängigen oder nichtabhängigen Gesichtspartie als der ausschlaggebende Grund für eine lageabhängige Verschiebung des Weichteilmantels dar. So existieren Unterschiede der Weichteildicken bei Positionsänderung nicht nur an Gesichtspartien mit dicker oder dünner, sondern auch an solchen mit fixierter oder weniger fixierter Weichteilschicht. Betrachtet man allein die

signifikanten Verschiebungen, erhält man das gleiche Resultat: Es ergibt sich eine Dickenzunahme im Liegen am Mundbodenbereich, symmetrisch im oberen und mittleren Wangenbereich sowie seitlich im Vorderohrbereich. Eine signifikante Dickenzunahme im Sitzen findet sich mit einer Ausnahme an den in der Körpermittellinie befindlichen Punkten im Stirn-, Nasen- und Kinnbereich.

6.3.4. Weichteilverschiebung in Abhängigkeit vom Alter

Bei gemeinsamer Betrachtung von signifikanten und nicht signifikanten Werten weisen die Weichteile im Bereich des Nasensattels, beider Augenregionen, der Unterlippen-Kinnregion, der rechten Vorohrregion und des linken unteren Wangenbereichs eine geringe negative Korrelation zum Alter auf, d.h. mit zunehmendem Alter verschieben sich an diesen Landmarks bei Lagewechsel die Weichteile immer weniger. Bei allen anderen Punkten lässt sich keine Korrelation bezüglich des Alters nachweisen. Bei Betrachtung der signifikanten Werte findet sich lediglich im Bereich des Nasensattels, am rechten Auge, an der rechten Vorohrregion sowie am linken Kieferwinkel eine geringe negative Korrelation zum Alter. Diese hier aufgeführten Messorte entstammen nicht einer Gesichtsregion mit einer hinsichtlich Weichteildicke oder knöcherner Fixierung typischen Struktur, sondern es handelt sich um Punkte unterschiedlicher Schichtdicke und Lokalisation. Es sind hierbei sowohl Landmarks aus dem Bereich der Gesichtsmittellinie als auch aus seitlichen Gesichtsbereichen vertreten. Zusätzlich weisen die betroffenen Messpunkte auch im Hinblick auf ihre Dickenänderung beim Wechsel der Körperposition kein einheitliches Verhalten auf.

In der einschlägigen Literatur wird ein Einfluss des Alters auf die Gesichtsweichteildicke oft vermutet und thematisiert (WITTWER-BACHOFEN et al., 2007). Aus diesem Grund nehmen die meisten Autoren bei der Erhebung von Gesichtsweichteildicken eine Einteilung ihres Probandenkollektivs in verschiedene Altersklassen vor. Ein Einfluss des Alters auf die Weichteildicken ist in der Literatur vielfach belegt (HELMER, 1984; DE GREEF et al., 2006; MANHEIM et al., 2000; RHINE, CAMPBELL, 1980; ROBETTI et al., 1982).

Über den Einfluss des Alters auf positionsabhängige Weichteilverschiebungen finden sich in der Literatur hingegen lediglich Mutmaßungen (WITTWER- BACHOFEN et al., 2007). Aus unserer Sicht ergab sich im Vorfeld der Untersuchungen die Annahme, dass

mit zunehmendem Alter die Gesichtswichteile eine verminderte Elastizität und somit eine geringere Beweglichkeit aufweisen, was zu einer verminderten Verschiebung im Rahmen eines Positionswechsel führt. Die hier vorgestellten Ergebnisse bestätigen diese Vermutung, dass ein höheres Alter eher mit einer geringeren Weichteilverschiebung bei einem Lagewechsel einhergeht. Gründe dafür sind zum einen die Abnahme der Dicke aller Hautschichten einschließlich des subkutanen Fettgewebes aufgrund der intrinsischen, also chronologischen oder genetischen Alterung der Haut (KRUTMANN, 2003). Es kommt zu einer Atrophie der Weichteilschicht, was einer verringerten Masse entspricht, die sich bei Positionswechsel der Schwerkraft folgend verschieben kann. Aus dem vermehrten Abbau von Kollagen und elastischen Fasern resultiert eine Desorganisation und pathologische Quervernetzung der Kollagenfaserbündel sowie ein reduzierter Hauttonus. Dabei nimmt die Elastizität geringfügig ab. Eine stärkere Abnahme der Elastizität entsteht durch die extrinsische Hautalterung, die auch als vorzeitige, durch Licht hervorgerufene Hautalterung bezeichnet wird und die unter anderem für die grobe Faltenbildung verantwortlich ist (Abb. 24). Dabei kommt es durch Zellproliferation und Matrixproteinmodifikation zur Dickenzunahme der Haut (KRUTMANN, 2003). Da beide Alterungsprozesse parallel ablaufen, überwiegt entweder die intrinsisch bedingte Atrophie oder die extrinsisch bedingte starke Elastizitätsabnahme, was beides zu einer Einschränkung der freien Beweglichkeit und Verschiebbarkeit der Gesichtswichteile bei Lagewechsel führt.

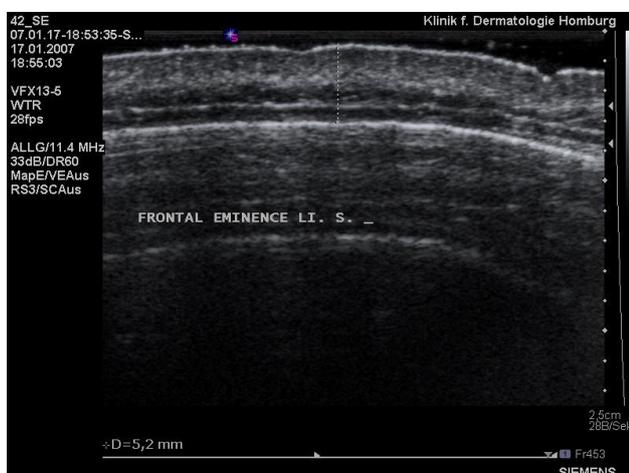


Abb. 24: Sichtbares Faltenrelief im Ultraschall bei einem 58-jährigen männlichen Probanden

Grundsätzlich fällt jedoch auf, dass nur einige wenige Messpunkte überhaupt einer geringen Beeinflussung durch das Alter unterliegen, die Gesichtswichteilverschiebung

an den meisten Messpunkten in den verschiedenen Altersklassen aber eher konstant bleibt. Auf Grund dieser Tatsache ist davon auszugehen, dass die Rekonstruktion auf Basis der im Liegen gewonnenen Weichteildicken bei älteren Personen realitätsnaher ausfällt als dies bei jüngeren Personen der Fall ist.

6.3.5. Weichteilverschiebung in Abhängigkeit vom BMI

Neben der Abhängigkeit der Weichteildicke von Geschlecht und Alter wird der besondere Einfluss des Ernährungszustandes auf die Dicke der Gesichtsweichteile immer wieder betont (WITTWER-BACHOFEN et al., 2007).

Dieser Umstand wird bereits in früheren Messungen berücksichtigt: So erheben viele Autoren ihre Ergebnisse im Rahmen einer Gesichtsweichteilmessung nicht nur nach Geschlecht und ethnischer Gruppe getrennt, sondern unterteilen ihr Probandenkollektiv hinsichtlich des Ernährungszustandes (TAYLOR, 2001; ROBETTI et al., 1982; DE GREEF et al., 2006).

Andere, wie z.B. Helmer, sehen die Weichteile des Gesichts weit mehr durch konstitutionelle Faktoren als durch Ernährungszustand, Geschlecht und Alter beeinflusst. Helmer teilt das Probandenkollektiv in Anlehnung an die konstitutionellen Körperproportionen in leptomorph, metromorph und pyknomorph ein (HELMER, 1984).

Angaben über den Einfluss des Ernährungszustandes auf die Verschiebbarkeit der Gesichtsweichteildicken finden sich wiederum in der Literatur nicht. Vor der Durchführung dieses Versuchs bestand die Erwartung, dass eine Zunahme der Weichteildicken auch zu einer Zunahme der Verschiebung insbesondere in den seitlichen weichteilreichen Anteilen führt, nicht zuletzt infolge der stärker zum Tragen kommenden Schwerkraft.

In den hier durchgeführten Messungen weisen 11 Messpunkte eine geringe bis sehr geringe positive Korrelation mit dem BMI auf, an 8 Messorten kann eine geringe bis sehr geringe negative Korrelation verzeichnet werden. Somit kann auf Grund der vorliegenden Daten festgestellt werden, dass eine Zunahme der Weichteildicken nicht automatisch mit einer größeren Verschiebbarkeit einhergeht. Bei der Betrachtung der Werte ergibt sich jedoch je eine Gruppe von Punkten in beiden Wangen- und Unteraugenbereichen, die eine positive Korrelation zwischen einem Anstieg der Weichteildicken (höherer BMI) und einer stärkeren Verschiebbarkeit des Gewebes

belegen, so dass die im Vorhinein geäußerte Erwartung bestätigt wird. Im Bereich der Augen und der Gesichtsmittellinie lässt sich kein einheitliches Bild erkennen. Hier ergeben sich teilweise negative, teilweise auch positive Korrelationen. Der Stirnbereich weist überwiegend, jedoch nicht ausschließlich eine negative Korrelation der Weichteilverschiebung und des BMI auf, wobei es sich hier im Gegensatz zum Wangenbereich um ein weichteilarmes Gebiet handelt. Auf welcher Grundlage die festgestellte geringere Verschiebbarkeit basiert, lässt sich aus den hier aufgeführten Daten nicht erkennen.

Insgesamt stellt sich der Einfluss des Ernährungszustandes auf die Verschiebbarkeit der Gesichteweichteile als geringer dar als erwartet.

6.3.6. Weichteilverschiebung im Seitenvergleich

Obwohl schon Gerasimov die Asymmetrie im Gesicht als Grundelement der Individualität gesehen hat (WILKINSON, 2004), wird im Vorfeld der Messungen eine symmetrische Weichteilverschiebung im Gesicht erwartet. Die Ergebnisse zeigen eine geringe positive Korrelation der bilateralen Gesichtspunkte im Wangen- und Stirnbereich, wohingegen die Korrelation der Augenpunkte lediglich sehr gering ausfällt. Dies spiegelt eine prinzipiell symmetrische Verschiebung der Gesichteweichteile wider. Daneben ergeben sich Messpunkte, an denen die Weichteildicken signifikante Erhöhungen bei einem Positionswechsel nur auf einer Gesichtseite aufweisen. Hierbei handelt es sich um die Punkte im rechten Augenbereich sowie die linke Vorohrregion. Da sich aufgrund der Datenlage hierfür keine Erklärung ableiten lässt, stellt sich insbesondere für die linke Kopfseite die Frage nach der Lagerung der Probanden während der Messungen. Im Fall einer nicht exakt gerade ausgerichteten Kopfhaltung wäre nämlich eine deutliche einseitige Verschiebung der Weichteile insbesondere in der weichteilreichen und leicht verschiebbaren Wangenregion zu erwarten, die ausweislich unserer Ergebnisse jedoch nicht eintritt. Daher kann eine asymmetrische Lagerung als alleinige Ursache der hier vorliegenden Konstellation nicht angenommen werden. Auch die konstante Messung der Probanden von der rechten Seite aus, die auf Grund der räumlichen Gegebenheiten (Platzierung des Ultraschallgerätes und der Liege) nicht geändert werden konnte, stellt aus unserer Sicht keine hinreichende Erklärung dar. Mögliche Erklärungsansätze aus der Literatur finden sich nicht, da dieses Thema bisher

nur von wenigen Autoren überhaupt erwähnt und noch nie vorher systematisch untersucht wurde. Letztendlich muss das hier festgestellte Ergebnis zunächst in dieser Form bestehen bleiben, wird jedoch für nachfolgende Untersuchungen zur Diskussion gestellt.

6.3.7. Fehlerbestimmung

Zu der bereits von HELMER (HELMER et al., 1986) gestellten Frage nach der Verlässlichkeit derartiger Ultraschallmessungen von Gesichtswichteilen wird auch in der hier vorliegenden Arbeit der Versuch unternommen, die möglichen Fehler aufzuzeigen und teilweise zu quantifizieren. Es ergeben sich sowohl bei den 5 zeitlich direkt aufeinanderfolgenden Fehlermessungen als auch bei den im Verlauf von 7 Monaten erfolgten Fehlermessungen Standardabweichungen dieser Messdaten, die deutlich unter denen unserer Probanden liegen. Dies bedeutet, dass die Schwankungen der Probandenwerte an den einzelnen Messorten tatsächliche Unterschiede in den Weichteildicken wiedergeben bzw. dass den Werteänderungen beim Positionswechsel tatsächlich eine Weichteilverschiebung und nicht lediglich nur zufällig bedingte Schwankungen zugrunde liegen.

In den über einen längeren Zeitraum durchgeführten Fehlermessungen zeigen die Messwerte in einem engen Rahmen stärkere Schwankungen als die an einem Tag erhobenen Fehlermesswerte, was insofern erstaunlich erscheint, da bei einer „Reihenmessung“ an einem Tag das Eintreten einer Ermüdung zu erwarten ist. Offensichtlich zeigt die eventuell tatsächlich aufgetretene Ermüdung jedoch keine Auswirkungen auf die Qualität der Messungen. Da bei der Untersuchung der Probanden oft mehrere Personen hintereinander vermessen wurden, kann auch hierbei auf Grund des geringen Einflusses einer eventuell auftretenden Ermüdung von gut reproduzierbaren Werten ausgegangen werden. Die stärkeren Schwankungen in den über einen längeren Zeitraum erhobenen Werten können auf unterschiedliche „Tagesformen“ genauso zurückgeführt werden wie auf tatsächliche geringe Differenzen in den Gesichtswichteilen der einen Person, sei es auf Grund geringer Gewichtsschwankungen oder infolge von Wassereinlagerungen.

Eine weitere Fehlerquelle stellt eine von der festgelegten Kopfposition abweichende Haltung dar, wobei in dieser Arbeit versucht wurde, diesen Unsicherheitsfaktor durch die

Einnahme der „Natural Head Position“ im Sitzen (CLEMENT, RANSON, 1998) sowie die sanfte Fixierung des Kopfes mittels eines Nackenstützkissens zu minimieren. Gesonderte Fehlermessungen hierzu wurden nicht durchgeführt, da diese Unsicherheit bereits in den Messreihen zum intrapersonellen Fehler mit einfließt.

Nicht erst seit HELMER (HELMER, 1984) ist die Bedeutung des Anpressdruckes einer Messsonde bei der ultraschallgestützten Weichteildickenmessung im Gesicht unbestritten. In dieser Studie werden aus 3 Gründen trotzdem keine gesonderten Fehlermessungen zum Anpressdruck durchgeführt:

- 1.) Der Anpressdruck fließt bereits in die unter Punkt 4.3.1. erläuterten Daten zur Fehlermessung mit ein,
- 2.) Schwankungen im Anpressdruck führen im Rahmen der Messungen zu bereits mit dem bloßen Auge erkennbaren Verformungen der Weichteile,
- 3.) Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen nicht die absoluten Weichteildickenwerte, sondern die Wertedifferenzen innerhalb einer Messstelle nach Positionsänderung des Körpers, wobei der Anpressdruck auf beide Positionen gleichermaßen Einfluss nimmt und somit in geringerem Ausmaß zum Tragen kommt.

Um eine mögliche Verbesserung der Messgenauigkeit durch Einsatz einer Handhalterung zu quantifizieren, wird auch hierzu eine Messreihe durchgeführt und mit den Messreihen zum intrapersonellen Fehler verglichen. Dabei ergibt sich nur eine sehr geringe Verbesserung der Messgenauigkeit bei Zuhilfenahme einer Handhalterung, wohingegen die Schwierigkeiten beim „handling“, z. B. infolge der ständig notwendigen Höhenanpassung in einem Maße dominieren, dass diese Methode im Hinblick auf das Aufwand-Nutzen-Verhältnis als zu aufwändig eingestuft wird.

Der quantitative Einfluss tageszeitabhängiger Wassereinlagerungen wird im Vorfeld anhand orientierender Messungen als eher gering eingeschätzt, weswegen hierzu keine Untersuchungen in statistisch relevanter Zahl durchgeführt werden.

6.4 Ausblick

Im Rahmen dieser Studie werden an 12 von 24 Landmarks signifikante lageabhängige Weichteilverschiebungen festgestellt. Somit weist die Hälfte der hier betrachteten Messorte, die auch von aktuellen Gesichtsrekonstrukteuren wie K.T. Taylor genutzt werden, in liegender Position eine zur sitzenden Position signifikant differierende

Weichteildicke auf. Auf Grund dieser Tatsache entsprechen mit den herkömmlichen Weichteildicken rekonstruierte Gesichter einer liegenden Person, obwohl sie der Öffentlichkeit in aufrechter Körperhaltung präsentiert werden. Der Einfluss dieser Tatsache auf den Wiedererkennungswert rekonstruierter Gesichter sollte nicht unterschätzt werden und wird in der neueren Literatur (WITTEW-BACHOFEN et al., 2007) thematisiert. Auch Vanezis schreibt dazu: „Es wird nicht behauptet, dass eine Rekonstruktion ein genaues Ebenbild der Person zu Lebzeiten erstellt. Aber sie ist dann erfolgreich, wenn sie teilweise die Wiedererkennung erleichtert“ (VANEZIS et al., 1999). Bisher werden von verschiedenen Autoren lediglich Einflussfaktoren wie das Alter, Geschlecht, BMI oder die ethnische Gruppe berücksichtigt. Wir stellen hier mit der lageabhängigen Weichteilverschiebung eine neue Einflussgröße auf den Gesichtswichteilmantel vor, wobei aus den von uns erhobenen Daten Korrekturfaktoren errechnet werden konnten. Dies dürfte den von Vanezis angesprochenen Wiedererkennungseffekt aus unserer Sicht nicht unerheblich verbessern. Wenn in Zukunft auch die lageabhängige Weichteilverschiebung im Gesicht als Einflussgröße berücksichtigt wird, stellt dies eine Chance für realitätsnähere Gesichtswichteilrekonstruktionen dar.

7. Tabellenanhang

Tabelle 1: Deskriptive Statistik

Variablen	Statistiken										
	N		Mittelwert	Standardfehler des Mittelwertes	Median	Modus	Standardabweichung	Varianz	Spannweite	Minimum	Maximum
	Gültig	Fehlend									
Alter	66	0	37,36	1,61095	35,0000	23,00	13,08744	171,281	38,00	22,00	60,00
Größe_	66	0	172,5	1,03420	173,00	172,00	8,40191	70,592	37,00	151	188,0
Gewicht	66	0	73,11	1,80661	71,5000	60,00	14,67698	215,414	73,00	47,00	120,0
BMI	66	0	24,60	,61671	23,6110	20,05	5,01017	25,102	27,99	17,18	45,17
Geschlecht	66	0									
Supraglabella_l#	66	0	4,3788	,09235	4,2500	4,20	,75029	,563	3,20	3,00	6,20
Supraglabella_s#	66	0	4,2803	,09484	4,2000	3,30	,77046	,594	3,90	2,40	6,30
Glabella_l#	66	0	4,9591	,10791	4,7500	4,20	,87670	,769	4,00	3,70	7,70
Glabella_s#	66	0	5,2333	,10749	5,1000	5,10	,87325	,763	3,90	3,40	7,30
Nasion_l#	66	0	6,3091	,17555	6,1000	5,60	1,42621	2,034	6,00	3,80	9,80
Nasion_s#	66	0	7,0136	,20532	6,9000	7,20	1,66806	2,782	7,00	4,50	11,50
End_of_Nasion_s#	66	0	2,6712	,06644	2,6000	2,60	,53973	,291	2,80	1,60	4,40
End_of_Nasion_l#	66	0	2,7409	,08110	2,6000	2,60	,65890	,434	4,10	1,30	5,40
Mid_Philtrum_l#	65	1	9,3385	,26323	9,3000	9,30	2,12226	4,504	10,60	5,50	16,10
Mid_Philtrum_s#	65	1	9,5708	,30098	9,3000	7,00	2,42659	5,888	12,60	5,80	18,40
Chin_Lip_Fold_l#	66	0	11,49	,22035	11,6500	11,70	1,79010	3,204	9,00	8,10	17,10
ChinLip_Fold_s#	66	0	12,13	,20634	12,3500	12,10	1,67635	2,810	7,50	8,40	15,90
Mental_Eminence_l#	66	0	9,9091	,22322	9,8000	8,80	1,81343	3,289	8,00	6,30	14,30
Mental_Eminence_s#	66	0	10,56	,25877	10,3500	7,90	2,10228	4,420	8,00	6,60	14,60
Beneath_Chin_l#	66	0	6,5348	,18780	6,4000	4,80	1,52573	2,328	7,80	3,30	11,10
Beneath_Chin_s#	66	0	6,0909	,18672	5,9000	4,90	1,51695	2,301	9,60	2,70	12,30
Frontal_Eminence_re#_L	66	0	4,2318	,09255	4,1500	3,80	,75185	,565	3,10	3,00	6,10
Frontal_Eminence_re#_S#	66	0	4,1788	,09650	4,0000	4,00	,78398	,615	3,60	2,70	6,30
Frontal_Eminence_li#_L#	66	0	4,1970	,09076	4,2000	3,10	,73735	,544	3,20	2,70	5,90
Frontal_Eminence_li#_S#	66	0	4,1848	,10374	4,1000	4,50	,84275	,710	4,00	2,80	6,80
Supraorbital_re#_L#	66	0	6,4500	,21758	6,5500	3,90	1,76759	3,124	7,40	3,30	10,70
Supraorbital_re#_S#	66	0	6,4636	,20890	6,4000	7,10	1,69711	2,880	6,70	3,80	10,50
Supraorbital_li#_L#	66	0	6,8409	,22119	6,7500	6,40	1,79692	3,229	8,40	3,80	12,20
Supraorbital_li#_S#	66	0	6,5333	,18332	6,4500	5,50	1,48928	2,218	6,50	3,80	10,30
Suborbital_re#_L#	66	0	4,6318	,16916	4,5500	3,10	1,37429	1,889	5,40	2,60	8,00
Suborbital_re#_S#	66	0	4,5015	,16070	4,0500	3,40	1,30555	1,704	5,60	2,20	7,80
Suborbital_li#_L#	66	0	4,2182	,13933	4,1500	3,60	1,13190	1,281	4,60	2,10	6,70
Suborbital_li#_S#	66	0	4,4242	,13508	4,1500	4,10	1,09742	1,204	4,60	2,60	7,20
Lateral_Orbit_re#_L#	66	0	3,5121	,10078	3,3500	2,80	,81873	,670	3,80	2,30	6,10
Lateral_Orbit_re#_S#	66	0	3,6500	,11501	3,4500	3,20	,93434	,873	4,70	2,10	6,80
Lateral_Orbit_li#_L#	66	0	3,5242	,09530	3,4000	3,60	,77421	,599	3,30	2,40	5,70
Lateral_Orbit_li#_S#	66	0	3,8727	,11602	3,6500	3,30	,94259	,888	4,00	2,40	6,40
Zygomatic_Arch_re#_L#	66	0	10,51	,28403	10,3000	8,90	2,30748	5,324	10,80	6,70	17,50
Zygomatic_Arch_re#_S#	66	0	10,06	,25621	10,0000	7,90	2,08150	4,333	10,90	6,20	17,10
Zygomatic_Arch_li#_L#	66	0	11,23	,26411	11,2000	10,00	2,14562	4,604	11,20	7,40	18,60
Zygomatic_Arch_li#_S#	66	0	10,45	,24337	10,4500	11,90	1,97712	3,909	10,20	6,90	17,10
Supraglenoid_re#_L#	65	1	8,7738	,32391	8,5000	7,30	2,61141	6,819	13,00	5,20	18,20
Supraglenoid_re#_S#	65	1	7,8554	,27964	7,6000	8,10	2,25451	5,083	13,40	4,70	18,10
Supraglenoid_li#_L#	66	0	9,5227	,34737	9,2000	9,50	2,82204	7,964	13,10	5,20	18,30
Supraglenoid_li#_S#	66	0	8,1955	,28890	7,8500	8,30	2,34701	5,508	11,90	5,10	17,00
Gonion_re#_L#	66	0	14,16	,59518	14,1000	10,10	4,83524	23,380	19,80	3,70	23,50
Gonion_re#_S#	66	0	14,33	,57280	14,8000	15,10	4,65348	21,655	21,50	3,50	25,00
Gonion_li#_L#	66	0	14,76	,62054	14,6500	16,50	5,04126	25,414	25,50	3,20	28,70
Gonion_li#_S#	66	0	14,41	,57375	14,9000	10,90	4,66115	21,726	22,30	3,00	25,30
Occlusal_Line_re#_L#	66	0	21,40	,35878	21,3000	22,80	2,91471	8,496	15,60	14,00	29,60
Occlusal_Line_re#_S#	66	0	19,89	,29760	19,3500	18,90	2,41770	5,845	13,30	13,20	26,50
Occlusal_Line_li#_L#	66	0	21,40	,34319	20,9500	19,10	2,78810	7,774	14,60	14,60	29,20
Occlusal_Line_li#_S#	66	0	20,43	,33434	20,6000	21,20	2,71621	7,378	14,40	14,10	28,50

a. Mehrere Modi vorhanden. Der kleinste Wert wird angezeigt.

**Tabelle 2: Prüfung auf Normalverteilung
Kolmogorov – Smirnov - Anpassungstest**

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

	N	Parameter der Normalverteilung ^{a,b}		Extremste Differenzen			Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Absolut	Positiv	Negativ		
Alter	66	37,3636	13,08744	,186	,186	-,120	1,512	,021
Größe_	66	172,4848	8,40191	,086	,086	-,068	,700	,711
Gewicht	66	73,1136	14,67698	,127	,127	-,078	1,029	,241
BMI	66	24,5990	5,01017	,183	,183	-,105	1,487	,024
Supraglabella_li#	66	4,3788	,75029	,094	,094	-,061	,765	,602
Supraglabella_s#	66	4,2803	,77046	,081	,081	-,056	,661	,774
Glabella_li#	66	4,9591	,87670	,117	,117	-,075	,954	,322
Glabella_s#	66	5,2333	,87325	,091	,091	-,070	,739	,645
Nasion_li#	66	6,3091	1,42621	,094	,094	-,039	,764	,604
Nasion_s#	66	7,0136	1,66806	,105	,105	-,066	,853	,460
End_of_Nasion_s#	66	2,6712	,53973	,133	,133	-,069	1,080	,194
End_of_Nasion_li#	66	2,7409	,65890	,146	,146	-,100	1,186	,120
Mid_Philtrum_li#	65	9,3385	2,12226	,074	,074	-,038	,599	,865
Mid_Philtrum_s#	65	9,5708	2,42659	,101	,101	-,060	,816	,518
Chin_Lip_Fold_li#	66	11,4879	1,79010	,095	,095	-,050	,775	,585
ChinLip_Fold_s#	66	12,1303	1,67635	,084	,084	-,084	,680	,744
Mental_Eminence_li#	66	9,9091	1,81343	,063	,063	-,063	,515	,953
Mental_Eminence_s#	66	10,5636	2,10228	,099	,099	-,068	,806	,535
Beneath_Chin_li#	66	6,5348	1,52573	,084	,084	-,082	,683	,739
Beneath_Chin_s#	66	6,0909	1,51695	,112	,112	-,065	,909	,381
Frontal_Eminence_re#_L	66	4,2318	,75185	,080	,080	-,051	,647	,797
Frontal_Eminence_re#_S#	66	4,1788	,78398	,105	,105	-,060	,856	,456
Frontal_Eminence_li#_L#	66	4,1970	,73735	,068	,068	-,048	,556	,916
Frontal_Eminence_li#_S#	66	4,1848	,84275	,097	,097	-,050	,785	,569
Supraorbital_re#_L#	66	6,4500	1,76759	,092	,092	-,072	,750	,627
Supraorbital_re#_S#	66	6,4636	1,69711	,059	,059	-,058	,483	,974
Supraorbital_li#_L#	66	6,8409	1,79692	,087	,087	-,055	,708	,697
Supraorbital_li#_S#	66	6,5333	1,48928	,079	,079	-,052	,644	,801
Suborbital_re#_L#	66	4,6318	1,37429	,142	,142	-,070	1,155	,139
Suborbital_re#_S#	66	4,5015	1,30555	,166	,166	-,069	1,351	,052
Suborbital_li#_L#	66	4,2182	1,13190	,101	,101	-,048	,824	,505
Suborbital_li#_S#	66	4,4242	1,09742	,116	,116	-,054	,944	,335
Lateral_Orbit_re#_L#	66	3,5121	,81873	,103	,103	-,100	,837	,485
Lateral_Orbit_re#_S#	66	3,6500	,93434	,176	,176	-,091	1,427	,034
Lateral_Orbit_li#_L#	66	3,5242	,77421	,113	,113	-,073	,914	,373
Lateral_Orbit_li#_S#	66	3,8727	,94259	,133	,133	-,074	1,083	,191
Zygomatic_Arch_re#_L#	66	10,5121	2,30748	,098	,098	-,049	,797	,549
Zygomatic_Arch_re#_S#	66	10,0576	2,08150	,068	,068	-,058	,549	,923
Zygomatic_Arch_li#_L#	66	11,2303	2,14562	,080	,080	-,041	,654	,786
Zygomatic_Arch_li#_S#	66	10,4485	1,97712	,081	,081	-,038	,657	,781
Supraglenoid_re#_L#	65	8,7738	2,61141	,128	,128	-,086	1,034	,235
Supraglenoid_re#_S#	65	7,8554	2,25451	,149	,149	-,081	1,202	,111
Supraglenoid_li#_L#	66	9,5227	2,82204	,134	,134	-,064	1,088	,187
Supraglenoid_li#_S#	66	8,1955	2,34701	,160	,160	-,094	1,304	,067
Gonion_re#_L#	66	14,1636	4,83524	,064	,068	-,064	,521	,949
Gonion_re#_S#	66	14,3333	4,65348	,101	,071	-,101	,819	,514
Gonion_li#_L#	66	14,7636	5,04126	,077	,075	-,077	,625	,830
Gonion_li#_S#	66	14,4121	4,66115	,057	,054	-,057	,465	,982
Occlusal_Line_re#_L#	66	21,4015	2,91471	,060	,060	-,046	,491	,969
Occlusal_Line_re#_S#	66	19,8894	2,41770	,109	,109	-,077	,889	,408
Occlusal_Line_li#_L#	66	21,4030	2,78810	,081	,081	-,042	,657	,781
Occlusal_Line_li#_S#	66	20,4288	2,71621	,103	,103	-,050	,835	,489

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

Tabelle 3 : Mittelwerte Frauen

	N		Mittelwert	Median	Standard - abweichung
	Gültig	Fehlend			
Supraglabella_l#	35	0	4,3171	4,2000	,71393
Supraglabella_s#	35	0	4,2971	4,2000	,74062
Glabella_l#	35	0	4,9086	4,6000	,88063
Glabella_s#	35	0	5,1200	5,1000	,82169
Nasion_l#	35	0	5,9314	5,6000	1,41000
Nasion_s#	35	0	6,7429	6,4000	1,77769
End_of_Nasion_s#	35	0	2,4800	2,5000	,39985
End_of_Nasion_l#	35	0	2,5429	2,5000	,45844
Mid_Philtrum_l#	35	0	8,3114	7,9000	1,72282
Mid_Philtrum_s#	35	0	8,3914	7,8000	1,97534
Chin_Lip_Fold_l#	35	0	11,1086	11,4000	1,62524
ChinLip_Fold_s#	35	0	11,6343	12,1000	1,58707
Mental_Eminence_l#	35	0	9,3343	9,5000	1,81107
Mental_Eminence_s#	35	0	9,7057	9,8000	1,76817
Beneath_Chin_l#	35	0	5,7600	5,4000	1,18277
Beneath_Chin_s#	35	0	5,2886	5,4000	1,04058
Frontal_Eminence_re#_L	35	0	4,0314	3,9000	,68889
Frontal_Eminence_re#_S#	35	0	3,9486	3,9000	,63634
Frontal_Eminence_li#_L#	35	0	3,9657	3,9000	,63845
Frontal_Eminence_li#_S#_	35	0	3,8486	3,8000	,59576
Supraorbital_re#_L#	35	0	5,9257	5,8000	1,67479
Supraorbital_re#_S#_	35	0	5,9600	5,7000	1,55151
Supraorbital_li#_L#	35	0	6,3371	6,4000	1,51814
Supraorbital_li#_S#	35	0	6,3114	6,4000	1,44013
Suborbital_re#_L#	35	0	4,7143	4,8000	1,31756
Suborbital_re#_S#	35	0	4,5029	4,1000	1,16556
Suborbital_li#_L#	35	0	4,2371	4,3000	1,00764
Suborbital_li#_S#	35	0	4,3314	4,1000	,97310
Lateral_Orbit_re#_L#	35	0	3,5286	3,3000	,86554
Lateral_Orbit_re#_S#	35	0	3,6286	3,4000	,95903
Lateral_Orbit_li#_L#	35	0	3,5200	3,5000	,80506
Lateral_Orbit_li#_S#	35	0	3,7743	3,6000	,93442
Zygomatic_Arch_re#_L#	35	0	11,2429	10,6000	2,16283
Zygomatic_Arch_re#_S#	35	0	10,6914	10,3000	1,98529
Zygomatic_Arch_li#_L#	35	0	11,7600	11,8000	2,01424
Zygomatic_Arch_li#_S#	35	0	10,9971	11,0000	1,90533
Supraglenoid_re#_L#	35	0	9,1343	8,5000	2,60090
Supraglenoid_re#_S#_	35	0	8,0657	7,8000	1,88117
Supraglenoid_li#_L#	35	0	9,6343	9,3000	2,70402
Supraglenoid_li#_S#_	35	0	8,2600	7,8000	2,10213
Gonion_re#_L#	35	0	14,1457	14,9000	4,95303
Gonion_re#_S#_	35	0	14,1600	15,1000	4,67529
Gonion_li#_L#	35	0	14,4171	14,5000	4,69690
Gonion_li#_S#	35	0	13,5686	14,0000	4,23819

Occlusal_Line_re#_L#	35	0	21,2857	21,4000	2,65719
Occlusal_Line_re#_S#_	35	0	19,8571	19,4000	2,01688
Occlusal_Line_li#_L#	35	0	20,9829	20,8000	2,63087
Occlusal_Line_li#_S#_	35	0	20,0200	19,6000	2,43489
Supraglabella_diff	35	0	,0200	,0000	,45036
Glabella_diff	35	0	-,2114	-,3000	,50163
Nasion_diff	35	0	-,8114	-,8000	,63188
End_of_Nasion_diff	35	0	-,0629	,0000	,25563
Mid_Philtrum_diff	35	0	-,0800	-,4000	1,09620
ChinLip_Fold_diff	35	0	-,5257	-,5000	,82581
Mental_Eminence_diff	35	0	-,3714	-,4000	,97153
Beneath_Chin_diff	35	0	,4714	,4000	,95934
Frontal_Eminence_re_diff	35	0	,0829	,0000	,43283
Frontal_Eminence_li_diff	35	0	,1171	,2000	,34083
Supraorbital_re_diff	35	0	-,0343	-,3000	1,35493
Supraorbital_li_diff	35	0	,0257	,0000	1,11470
Suborbital_re_diff	35	0	,2114	,1000	,92634
Suborbital_li_diff	35	0	-,0943	-,1000	,84155
Lateral_Orbit_re_diff	35	0	-,1000	,0000	,62261
Lateral_Orbit_li_diff	35	0	-,2543	-,2000	,59919
Zygomatic_Arch_re_diff	35	0	,5514	,4000	1,62524
Zygomatic_Arch_li_diff	35	0	,7629	,5000	1,25677
Supraglenoid_re_diff	35	0	1,0686	,9000	1,80258
Supraglenoid_li_diff	35	0	1,3743	1,0000	1,21009
Gonion_re_diff	35	0	-,0143	-,2000	2,09272
Gonion_li_diff	35	0	,8486	,7000	2,12774
Occlusal_Line_re_diff	35	0	1,4286	1,6000	1,65113
Occlusal_Line_li_diff	35	0	,9629	,8000	1,90589

Tabelle 4: Mittelwerte Männer

	N		Mittelwert	Median	Standard - abweichung
	Gültig	Fehlend			
Supraglabella_l#	31	0	4,4484	4,5000	,79535
Supraglabella_s#	31	0	4,2613	4,2000	,81473
Glabella_l#	31	0	5,0161	4,9000	,88321
Glabella_s#	31	0	5,3613	5,5000	,92473
Nasion_l#	31	0	6,7355	6,9000	1,34153
Nasion_s#	31	0	7,3194	7,3000	1,50497
End_of_Nasion_s#	31	0	2,8871	2,8000	,59930
End_of_Nasion_l#	31	0	2,9645	2,9000	,77784
Mid_Philtrum_l#	30	1	10,5367	10,3500	1,92398
Mid_Philtrum_s#	30	1	10,9467	11,0000	2,18707
Chin_Lip_Fold_l#	31	0	11,9161	11,7000	1,89527
ChinLip_Fold_s#	31	0	12,6903	12,9000	1,61954
Mental_Eminence_l#	31	0	10,5581	10,8000	1,60847
Mental_Eminence_s#	31	0	11,5323	11,4000	2,05043
Beneath_Chin_l#	31	0	7,4097	7,3000	1,40246
Beneath_Chin_s#	31	0	6,9968	6,5000	1,46958
Frontal_Eminence_re#_L	31	0	4,4581	4,6000	,76628
Frontal_Eminence_re#_S#	31	0	4,4387	4,4000	,86088
Frontal_Eminence_li#_L#	31	0	4,4581	4,5000	,76366
Frontal_Eminence_li#_S#_	31	0	4,5645	4,5000	,92504
Supraorbital_re#_L#	31	0	7,0419	6,9000	1,70524
Supraorbital_re#_S#_	31	0	7,0323	7,1000	1,69772
Supraorbital_li#_L#	31	0	7,4097	7,3000	1,93741
Supraorbital_li#_S#	31	0	6,7839	6,9000	1,52733
Suborbital_re#_L#	31	0	4,5387	4,1000	1,45182
Suborbital_re#_S#	31	0	4,5000	4,0000	1,46742
Suborbital_li#_L#	31	0	4,1968	3,8000	1,27449
Suborbital_li#_S#	31	0	4,5290	4,3000	1,23077
Lateral_Orbit_re#_L#	31	0	3,4935	3,5000	,77629
Lateral_Orbit_re#_S#	31	0	3,6742	3,5000	,92086
Lateral_Orbit_li#_L#	31	0	3,5290	3,4000	,75109
Lateral_Orbit_li#_S#	31	0	3,9839	3,9000	,95467
Zygomatic_Arch_re#_L#	31	0	9,6871	9,0000	2,21551
Zygomatic_Arch_re#_S#	31	0	9,3419	8,6000	1,98053
Zygomatic_Arch_li#_L#	31	0	10,6323	10,0000	2,16324
Zygomatic_Arch_li#_S#	31	0	9,8290	9,3000	1,89933
Supraglenoid_re#_L#	30	1	8,3533	8,3000	2,60368
Supraglenoid_re#_S#_	30	1	7,6100	6,8500	2,63679
Supraglenoid_li#_L#	31	0	9,3968	9,1000	2,98959
Supraglenoid_li#_S#_	31	0	8,1226	7,9000	2,62992
Gonion_re#_L#	31	0	14,1839	13,3000	4,78031
Gonion_re#_S#_	31	0	14,5290	14,5000	4,69803
Gonion_li#_L#	31	0	15,1548	15,4000	5,45563
Gonion_li#_S#	31	0	15,3645	15,6000	4,99490

Occlusal_Line_re#_L#	31	0	21,5323	21,2000	3,22050
Occlusal_Line_re#_S#_	31	0	19,9258	19,3000	2,83760
Occlusal_Line_li#_L#	31	0	21,8774	21,7000	2,92571
Occlusal_Line_li#_S#_	31	0	20,8903	21,0000	2,97505
Supraglabella_diff	31	0	,1871	,1000	,53087
Glabella_diff	31	0	-,3452	-,3000	,76063
Nasion_diff	31	0	-,5839	-,5000	,73216
End_of_Nasion_diff	31	0	-,0774	,0000	,47799
Mid_Philtrum_diff	30	1	-,4100	-,4000	1,44159
ChinLip_Fold_diff	31	0	-,7742	-1,0000	1,14163
Mental_Eminence_diff	31	0	-,9742	-1,2000	1,29537
Beneath_Chin_diff	31	0	,4129	,5000	,91278
Frontal_Eminence_re_diff	31	0	,0194	,0000	,36553
Frontal_Eminence_li_diff	31	0	-,1065	,0000	,38810
Supraorbital_re_diff	31	0	,0097	,0000	,97856
Supraorbital_li_diff	31	0	,6258	,4000	1,38009
Suborbital_re_diff	31	0	,0387	,2000	,80153
Suborbital_li_diff	31	0	-,3323	-,3000	1,16573
Lateral_Orbit_re_diff	31	0	-,1806	-,2000	,56828
Lateral_Orbit_li_diff	31	0	-,4548	-,3000	,64438
Zygomatic_Arch_re_diff	31	0	,3452	,3000	1,32384
Zygomatic_Arch_li_diff	31	0	,8032	,7000	,89423
Supraglenoid_re_diff	30	1	,7433	,5500	,96550
Supraglenoid_li_diff	31	0	1,2742	1,1000	1,36479
Gonion_re_diff	31	0	-,3452	-,1000	2,60753
Gonion_li_diff	31	0	-,2097	,0000	2,55465
Occlusal_Line_re_diff	31	0	1,6065	1,5000	2,72934
Occlusal_Line_li_diff	31	0	,9871	,9000	1,30224

Tabelle 5: Gruppenstatistik

	Geschlecht	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standard- fehler des Mittelwertes
Supraglabella_diff	männlich	31	,1871	,53087	,08888
	weiblich	35	,0200	,45036	,07612
Glabella_diff	männlich	31	-,3452	,76063	,13661
	weiblich	35	-,2114	,50163	,08479
Nasion_diff	männlich	31	-,5839	,73216	,13150
	weiblich	35	-,8114	,63188	,10681
End_of_Nasion_diff	männlich	31	-,0774	,47799	,08585
	weiblich	35	-,0629	,25563	,04321
Mid_Philtrum_diff	männlich	30	-,4100	1,44159	,26320
	weiblich	35	-,0800	1,09620	,18529
ChinLip_Fold_diff	männlich	31	-,7742	1,14163	,20504
	weiblich	35	-,5257	,82581	,13959
Mental_Eminence_diff	männlich	31	-,9742	1,29537	,23265
	weiblich	35	-,3714	,97153	,16422
Beneath_Chin_diff	männlich	31	,4129	,91278	,16394
	weiblich	35	,4714	,95934	,16216
Frontal_Eminence_re_diff	männlich	31	,0194	,36553	,06565
	weiblich	35	,0829	,43283	,07316
Frontal_Eminence_li_diff	männlich	31	-,1065	,38810	,06971
	weiblich	35	,1171	,34083	,05761
Supraorbital_re_diff	männlich	31	,0097	,97856	,17575
	weiblich	35	-,0343	1,35493	,22903
Supraorbital_li_diff	männlich	31	,6258	1,38009	,24787
	weiblich	35	,0257	1,11470	,18842
Suborbital_re_diff	männlich	31	,0387	,80153	,14396
	weiblich	35	,2114	,92634	,15658
Suborbital_li_diff	männlich	31	-,3323	1,16573	,20937
	weiblich	35	-,0943	,84155	,14225
Lateral_Orbit_re_diff	männlich	31	-,1806	,56828	,10207
	weiblich	35	-,1000	,62261	,10524
Lateral_Orbit_li_diff	männlich	31	-,4548	,64438	,11573
	weiblich	35	-,2543	,59919	,10128
Zygomatic_Arch_re_diff	männlich	31	,3452	1,32384	,23777
	weiblich	35	,5514	1,62524	,27472
Zygomatic_Arch_li_diff	männlich	31	,8032	,89423	,16061
	weiblich	35	,7629	1,25677	,21243
Supraglenoid_re_diff	männlich	30	,7433	,96550	,17628
	weiblich	35	1,0686	1,80258	,30469
Supraglenoid_li_diff	männlich	31	1,2742	1,36479	,24512
	weiblich	35	1,3743	1,21009	,20454
Gonion_re_diff	männlich	31	-,3452	2,60753	,46833
	weiblich	35	-,0143	2,09272	,35374
Gonion_li_diff	männlich	31	-,2097	2,55465	,45883
	weiblich	35	,8486	2,12774	,35965
Occlusal_Line_re_diff	männlich	31	1,6065	2,72934	,49020
	weiblich	35	1,4286	1,65113	,27909
Occlusal_Line_li_diff	männlich	31	,9871	1,30224	,23389
	weiblich	35	,9629	1,90589	,32215

Tabelle 6: Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)	
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der				
					Untere				Obere
Paaren 1	Supraglabella_l# -	,09848	,49318	,06071	-,02275	,21972	1,622	65	,110
Paaren 2	Glabella_l# -	-,27424	,63496	,07816	-,43033	-,1182	-3,509	65	,001
Paaren 3	Nasion_l# -	-,70455	,68510	,08433	-,87296	-,5361	-8,355	65	,000
Paaren 4	End_of_Nasion_s# -	-,06970	,37374	,04600	-,16157	,02218	-1,515	65	,135
Paaren 5	Mid_Philtrum_l# -	-,23231	1,26789	,15726	-,54647	,08186	-1,477	64	,145
Paaren 6	Chin_Lip_Fold_l# -	-,64242	,98685	,12147	-,88502	-,3998	-5,289	65	,000
Paaren 7	Mental_Eminence_l# -	-,65455	1,16621	,14355	-,94124	-,3679	-4,560	65	,000
Paaren 8	Beneath_Chin_l# -	,44394	,93103	,11460	,21506	,67281	3,874	65	,000
Paaren 9	Frontal_Eminence_re#_L -	,05303	,40085	,04934	-,04551	,15157	1,075	65	,286
Paaren 10	Frontal_Eminence_li#_L# -	,01212	,37806	,04654	-,08082	,10506	,260	65	,795
Paaren 11	Supraorbital_re#_L# -	-,01364	1,18437	,14579	-,30479	,27752	-,094	65	,926
Paaren 12	Supraorbital_li#_L# -	,30758	1,27283	,15667	-,00532	,62048	1,963	65	,054
Paaren 13	Suborbital_re#_L# -	,13030	,86771	,10681	-,08301	,34361	1,220	65	,227
Paaren 14	Suborbital_li#_L# -	-,20606	1,00596	,12383	-,45336	,04124	-1,664	65	,101
Paaren 15	Lateral_Orbit_re#_L# -	-,13788	,59453	,07318	-,28403	,00827	-1,884	65	,064
Paaren 16	Lateral_Orbit_li#_L# -	-,34848	,62419	,07683	-,50193	-,1950	-4,536	65	,000
Paaren 17	Zygomatic_Arch_re#_L# -	,45455	1,48367	,18263	,08981	,81928	2,489	65	,015
Paaren 18	Zygomatic_Arch_li#_L# -	,78182	1,09346	,13460	,51301	1,051	5,809	65	,000
Paaren 19	Supraglenoid_re#_L# -	,91846	1,47488	,18294	,55300	1,284	5,021	64	,000
Paaren 20	Supraglenoid_li#_L# -	1,32727	1,27600	,15706	1,01359	1,641	8,451	65	,000
Paaren 21	Gonion_re#_L# -	-,16970	2,33594	,28753	-,74394	,40455	-,590	65	,557
Paaren 22	Gonion_li#_L# -	,35152	2,37980	,29293	-,23351	,93654	1,200	65	,235
Paaren 23	Occlusal_Line_re#_L# -	1,51212	2,20730	,27170	,96950	2,055	5,565	65	,000
Paaren 24	Occlusal_Line_li#_L# -	,97424	1,63795	,20162	,57159	1,377	4,832	65	,000

Tabelle 7: Korrelation bei gepaarten Stichproben liegend und sitzend

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1	Supraglabella_l# & Supraglabella_s#	66	,790	,000
Paaren 2	Glabella_l# & Glabella_s#	66	,737	,000
Paaren 3	Nasion_l# & Nasion_s#	66	,914	,000
Paaren 4	End_of_Nasion_s# & End_of_Nasion_l#	66	,824	,000
Paaren 5	Mid_Philtrum_l# & Mid_Philtrum_s#	65	,853	,000
Paaren 6	Chin_Lip_Fold_l# & ChinLip_Fold_s#	66	,840	,000
Paaren 7	Mental_Eminence_l# & Mental_Eminence_s#	66	,833	,000
Paaren 8	Beneath_Chin_l# & Beneath_Chin_s#	66	,813	,000
Paaren 9	Frontal_Eminence_re#_L & Frontal_Eminence_re#_S#	66	,865	,000
Paaren 10	Frontal_Eminence_li#_L# & Frontal_Eminence_li#_S#	66	,894	,000
Paaren 11	Supraorbital_re#_L# & Supraorbital_re#_S#	66	,767	,000
Paaren 12	Supraorbital_li#_L# & Supraorbital_li#_S#	66	,715	,000
Paaren 13	Suborbital_re#_L# & Suborbital_re#_S#	66	,791	,000
Paaren 14	Suborbital_li#_L# & Suborbital_li#_S#	66	,593	,000
Paaren 15	Lateral_Orbit_re#_L# & Lateral_Orbit_re#_S#	66	,778	,000
Paaren 16	Lateral_Orbit_li#_L# & Lateral_Orbit_li#_S#	66	,752	,000
Paaren 17	Zygomatic_Arch_re#_L# & Zygomatic_Arch_re#_S#	66	,776	,000
Paaren 18	Zygomatic_Arch_li#_L# & Zygomatic_Arch_li#_S#	66	,862	,000
Paaren 19	Supraglenoid_re#_L# & Supraglenoid_re#_S#	65	,826	,000
Paaren 20	Supraglenoid_li#_L# & Supraglenoid_li#_S#	66	,894	,000
Paaren 21	Gonion_re#_L# & Gonion_re#_S#	66	,879	,000
Paaren 22	Gonion_li#_L# & Gonion_li#_S#	66	,883	,000
Paaren 23	Occlusal_Line_re#_L# & Occlusal_Line_re#_S#	66	,672	,000
Paaren 24	Occlusal_Line_li#_L# & Occlusal_Line_li#_S#	66	,823	,000

**Tabelle 8: Nichtparametrische Korrelation von Weichteilverschiebung zu Alter.
Rangkorrelation nach Spearman - Rho**

Spearman-Rho			Alter
Alter	Korrelationskoeffizient		1,000
	Sig. (2-seitig)		.
	N		66
Supraglabella_diff	Korrelationskoeffizient		,045
	Sig. (2-seitig)		,719
	N		66
Glabella_diff	Korrelationskoeffizient		-,075
	Sig. (2-seitig)		,549
	N		66
Nasion_diff	Korrelationskoeffizient		-,340 **
	Sig. (2-seitig)		,005
	N		66
End_of_Nasion_diff	Korrelationskoeffizient		-,085
	Sig. (2-seitig)		,495
	N		66
Mid_Philtrum_diff	Korrelationskoeffizient		-,038
	Sig. (2-seitig)		,766
	N		65
ChinLip_Fold_diff	Korrelationskoeffizient		-,213
	Sig. (2-seitig)		,086
	N		66
Mental_Eminence_diff	Korrelationskoeffizient		,088
	Sig. (2-seitig)		,482
	N		66
Beneath_Chin_diff	Korrelationskoeffizient		,151
	Sig. (2-seitig)		,225
	N		66
Frontal_Eminence_re_diff	Korrelationskoeffizient		-,182
	Sig. (2-seitig)		,144
	N		66
Frontal_Eminence_li_diff	Korrelationskoeffizient		-,038
	Sig. (2-seitig)		,762
	N		66
Supraorbital_re_diff	Korrelationskoeffizient		-,266 *
	Sig. (2-seitig)		,031
	N		66
Supraorbital_li_diff	Korrelationskoeffizient		,170
	Sig. (2-seitig)		,171
	N		66
Suborbital_re_diff	Korrelationskoeffizient		,176
	Sig. (2-seitig)		,158
	N		66
Suborbital_li_diff	Korrelationskoeffizient		,020
	Sig. (2-seitig)		,874
	N		66
Lateral_Orbit_re_diff	Korrelationskoeffizient		-,250 *
	Sig. (2-seitig)		,043
	N		66
Lateral_Orbit_li_diff	Korrelationskoeffizient		-,216
	Sig. (2-seitig)		,081
	N		66
Zygomatic_Arch_re_diff	Korrelationskoeffizient		,125
	Sig. (2-seitig)		,317
	N		66
Zygomatic_Arch_li_diff	Korrelationskoeffizient		-,107
	Sig. (2-seitig)		,393
	N		66
Supraglenoid_re_diff	Korrelationskoeffizient		-,389 **
	Sig. (2-seitig)		,001
	N		65
Supraglenoid_li_diff	Korrelationskoeffizient		,173
	Sig. (2-seitig)		,166
	N		66
Gonion_re_diff	Korrelationskoeffizient		-,183
	Sig. (2-seitig)		,142
	N		66
Gonion_li_diff	Korrelationskoeffizient		-,257 *
	Sig. (2-seitig)		,037
	N		66
Occlusal_Line_re_diff	Korrelationskoeffizient		,139
	Sig. (2-seitig)		,267
	N		66
Occlusal_Line_li_diff	Korrelationskoeffizient		,117
	Sig. (2-seitig)		,349
	N		66

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant

Tabelle 9: Levene - Test: Weichteilverschiebung in Abhängigkeit von Geschlecht

		Test bei unabhängigen Stichproben								
		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Sig. nifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Supraglabella_diff	Varianzen sind gleich	1,158	,286	1,383	64	,171	,16710	,12079	-,07421	,40840
	Varianzen sind nicht gleich			1,370	59,208	,176	,16710	,12201	-,07702	,41122
Glabella_diff	Varianzen sind gleich	4,521	,037	-,852	64	,397	-,13373	,15693	-,44725	,17978
	Varianzen sind nicht gleich			-,832	50,900	,409	-,13373	,16079	-,45654	,18908
Nasion_diff	Varianzen sind gleich	,125	,725	1,355	64	,180	,22756	,16789	-,10785	,56296
	Varianzen sind nicht gleich			1,343	59,710	,184	,22756	,16941	-,11135	,56647
End_of_Nasion_diff	Varianzen sind gleich	6,173	,016	-,157	64	,876	-,01456	,09288	-,20011	,17098
	Varianzen sind nicht gleich			-,152	44,599	,880	-,01456	,09611	-,20819	,17906
Mid_Philtrum_diff	Varianzen sind gleich	,546	,463	-1,0	63	,299	-,33000	,31522	-,95992	,29992
	Varianzen sind nicht gleich			-1,0	53,633	,310	-,33000	,32188	-,97543	,31543
ChinLip_Fold_diff	Varianzen sind gleich	1,973	,165	-1,0	64	,311	-,24848	,24331	-,73455	,23759
	Varianzen sind nicht gleich			-1,0	54,014	,321	-,24848	,24805	-,74578	,24882
Mental_Eminence_diff	Varianzen sind gleich	3,299	,074	-2,2	64	,035	-,60276	,27991	-1,1619	-,04359
	Varianzen sind nicht gleich			-2,1	55,241	,039	-,60276	,28477	-1,1734	-,03212
Beneath_Chin_diff	Varianzen sind gleich	,011	,918	-,253	64	,801	-,05853	,23130	-,52059	,40354
	Varianzen sind nicht gleich			-,254	63,655	,800	-,05853	,23059	-,51923	,40218
Frontal_Eminence_re_diff	Varianzen sind gleich	,240	,626	-,639	64	,525	-,06350	,09932	-,26191	,13491
	Varianzen sind nicht gleich			-,646	63,868	,521	-,06350	,09830	-,25989	,13288
Frontal_Eminence_li_diff	Varianzen sind gleich	,834	,364	-2,5	64	,015	-,22359	,08972	-,40282	-,04437
	Varianzen sind nicht gleich			-2,5	60,199	,016	-,22359	,09043	-,40447	-,04272
Supraorbital_re_diff	Varianzen sind gleich	2,634	,109	,149	64	,882	,04396	,29433	-,54403	,63196
	Varianzen sind nicht gleich			,152	61,618	,879	,04396	,28869	-,53319	,62112
Supraorbital_li_diff	Varianzen sind gleich	,499	,483	1,952	64	,055	,60009	,30735	-,01391	1,21409
	Varianzen sind nicht gleich			1,927	57,690	,059	,60009	,31135	-,02322	1,22341
Suborbital_re_diff	Varianzen sind gleich	,470	,496	-,805	64	,424	-,17272	,21459	-,60141	,25597
	Varianzen sind nicht gleich			-,812	63,971	,420	-,17272	,21270	-,59764	,25220
Suborbital_li_diff	Varianzen sind gleich	2,239	,139	-,959	64	,341	-,23797	,24826	-,73393	,25799
	Varianzen sind nicht gleich			-,940	53,946	,351	-,23797	,25312	-,74546	,26952
Lateral_Obit_re_diff	Varianzen sind gleich	,032	,859	-,547	64	,586	-,08065	,14743	-,37517	,21388
	Varianzen sind nicht gleich			-,550	63,935	,584	-,08065	,14661	-,37353	,21224
Lateral_Obit_li_diff	Varianzen sind gleich	,858	,358	-1,3	64	,195	-,20055	,15311	-,50642	,10531
	Varianzen sind nicht gleich			-1,3	61,644	,197	-,20055	,15379	-,50802	,10691
Zygomatic_Arch_re_diff	Varianzen sind gleich	1,853	,178	-,561	64	,577	-,20627	,36787	-,94118	,52864
	Varianzen sind nicht gleich			-,568	63,582	,572	-,20627	,36332	-,93218	,51964
Zygomatic_Arch_li_diff	Varianzen sind gleich	2,874	,095	,149	64	,882	,04037	,27174	-,50249	,58323
	Varianzen sind nicht gleich			,152	61,285	,880	,04037	,26631	-,49211	,57285
Supraglenoid_re_diff	Varianzen sind gleich	2,538	,116	-,885	63	,380	-,32524	,36758	-1,0598	,40932
	Varianzen sind nicht gleich			-,924	53,537	,360	-,32524	,35201	-1,0311	,38064
Supraglenoid_li_diff	Varianzen sind gleich	,734	,395	-,316	64	,753	-,10009	,31691	-,73319	,53301
	Varianzen sind nicht gleich			-,314	60,459	,755	-,10009	,31925	-,73860	,53841
Gonion_re_diff	Varianzen sind gleich	5,334	,024	-,571	64	,570	-,33088	,57914	-1,4878	,82608
	Varianzen sind nicht gleich			-,564	57,486	,575	-,33088	,58691	-1,5059	,84417
Gonion_li_diff	Varianzen sind gleich	,491	,486	-1,8	64	,071	-1,0582	,57653	-2,2100	,09351
	Varianzen sind nicht gleich			-1,8	58,653	,075	-1,0582	,58299	-2,2249	,10845
Occlusal_Line_re_diff	Varianzen sind gleich	1,668	,201	,324	64	,747	,17788	,54819	-,91725	1,27301
	Varianzen sind nicht gleich			,315	48,138	,754	,17788	,56408	-,95620	1,31196
Occlusal_Line_li_diff	Varianzen sind gleich	1,899	,173	,060	64	,953	,02424	,40711	-,78905	,83753
	Varianzen sind nicht gleich			,061	60,302	,952	,02424	,39810	-,77201	,82049

**Tabelle 10: Nichtparametrische Korrelation von Weichteilverschiebung zu BMI.
Rangkorrelation nach Spearman – Rho**

Typ	Variablen1	Statistik	BMI
Spearman-Rho	BMI	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	1,000 . 66
	Supraglabella_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,034 ,789 66
	Glabella_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,042 ,736 66
	Nasion_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,022 ,860 66
	End_of_Nasion_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,130 ,299 66
	Mid_Philtrum_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,010 ,935 65
	ChinLip_Fold_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,022 ,862 66
	Mental_Eminence_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,039 ,753 66
	Beneath_Chin_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,002 ,985 66
	Frontal_Eminence_re_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,097 ,439 66
	Frontal_Eminence_li_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,035 ,783 66
	Supraorbital_re_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,053 ,672 66
	Supraorbital_li_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,207 ,095 66
	Suborbital_re_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,248 * ,045 66
	Suborbital_li_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,173 ,164 66
	Lateral_Orbit_re_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,051 ,682 66
	Lateral_Orbit_li_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,062 ,620 66
	Zygomatic_Arch_re_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,015 ,907 66
	Zygomatic_Arch_li_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,002 ,989 66
	Supraglenoid_re_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	-,168 ,180 65
	Supraglenoid_li_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,128 ,304 66
	Gonion_re_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,194 ,118 66
	Gonion_li_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,170 ,173 66
	Occlusal_Line_re_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,172 ,167 66
	Occlusal_Line_li_diff	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig) N	,018 ,888 66

*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tabelle 11: Korrelationen bei gepaarten Stichproben

	N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1 Frontal_Eminence_re_diff & Frontal_Eminence_li_diff	66	,351	,004
Paaren 2 Supraorbitel_re_diff & Supraorbital_li_diff	66	,117	,351
Paaren 3 Suborbital_re_diff & Suborbital_li_diff	66	,157	,207
Paaren 4 Lateral_Orbit_re_diff & LAteral_Orbit_li_diff	66	,031	,807
Paaren 5 Zygomatic_Arch_re_diff & Zygomatic_arch_diff	66	,350	,004
Paaren 6 Supraglenoid_re_diff & Supraglenoid_li_diff	66	,318	,009
Paaren 7 Gonion_re_diff & Gonion_li_diff	66	,273	,026
Paaren 8 Occlusial_line_re_diff & Occlusial_Line_li_diff	66	,351	,004

Tabelle 12: T- Test bei 8 gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	Frontal_Eminence_re_diff	,0530	66	,40085	,04934
	Frontal_Eminence_li_diff	,0121	66	,37806	,04654
Paaren 2	Supraorbital_re_diff	-,0136	66	1,18437	,14579
	Supraorbital_li_diff	,3076	66	1,27283	,15667
Paaren 3	Suborbital_re_diff	,1303	66	,86771	,10681
	Suborbital_li_diff	-,2061	66	1,00596	,12383
Paaren 4	Lateral_Orbit_re_diff	-,1379	66	,59453	,07318
	Lateral_Orbit_li_diff	-,3485	66	,62419	,07683
Paaren 5	Zygomatic_Arch_re_diff	,4545	66	1,48367	,18263
	Zygomatic_arch_diff	,7818	66	1,09346	,13460
Paaren 6	Supraglenoid_re_diff	,9045	66	1,46785	,18068
	Supraglenoid_li_diff	1,3273	66	1,27600	,15706
Paaren 7	Gonion_re_diff	-,1697	66	2,33594	,28753
	Gonion_li_diff	,3515	66	2,37980	,29293
Paaren 8	Occlusial_line_re_diff	1,5121	66	2,20730	,27170
	Occlusial_Line_li_diff	,9742	66	1,63795	,20162

Tabelle 13: Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	Frontal_Eminence_re_diff - Frontal_Eminence_li_diff	,04091	,44410	,05466	-,06826	,15008	,748	65	,457
Paaren 2	Supraorbital_re_diff - Supraorbital_li_diff	-,32121	1,63430	,20117	-,72297	,08055	-1,597	65	,115
Paaren 3	Suborbital_re_diff - Suborbital_li_diff	,33636	1,22067	,15025	,03628	,63644	2,239	65	,029
Paaren 4	Lateral_Orbit_re_diff - Lateral_Orbit_li_diff	,21061	,84873	,10447	,00196	,41925	2,016	65	,048
Paaren 5	Zygomatic_Arch_re_diff - Zygomatic_arch_diff	-,32727	1,50400	,18513	-,69700	,04246	-1,768	65	,082
Paaren 6	Supraglenoid_re_diff - Supraglenoid_li_diff	-,42273	1,60985	,19816	-,81848	-,02698	-2,133	65	,037
Paaren 7	Gonion_re_diff - Gonion_li_diff	-,52121	2,84245	,34988	-1,21997	,17755	-1,490	65	,141
Paaren 8	Occlusial_line_re_diff - Occlusial_Line_li_diff	,53788	2,23970	,27569	-,01271	1,08846	1,951	65	,055

Tabelle 14: Fehlermessung: 5 aufeinanderfolgende Messungen an einer Person

	Anzahl	Mittelwert	Standardfehler des Mittelwertes	Median	Modus	Standardabweichung	Varianz	Spannweite	Minimum	Maximum
Supraglab. s.	5	3,36	0,05099	3,4	3,4	0,11402	0,013	0,3	3,2	3,5
Glabella s.	5	4,56	0,06782	4,5	4,5	0,15166	0,023	0,4	4,4	4,8
Nasion s.	5	4,78	0,08	4,8	4,6	0,17889	0,032	0,4	4,6	5,0
End of Nasion s.	5	2,48	0,10198	2,5	2,5	0,22804	0,052	0,6	2,1	2,7
Mid-Philtrum s.	5	8,0	0,12649	7,9	7,9	0,28284	0,08	0,7	7,8	8,5
Chin-Lip-Fold s.	5	11,7	0,1241	11,8	11,0	0,27749	0,077	0,7	11,3	12,0
Mental Eminence s.	5	7,48	0,17436	7,6	6,9	0,38987	0,152	1,0	6,9	7,9
Beneath Chin s.	5	5,1	0,11832	5,0	5,0	0,26458	0,07	0,7	4,8	5,5
Frontal Eminence re. s.	5	3,58	0,04899	3,5	3,5	0,10954	0,012	0,2	3,5	3,7
Frontal Eminence li. s.	5	3,48	0,05831	3,5	3,6	0,13038	0,017	0,3	3,3	3,6
Supra-orbital re. s.	5	5,32	0,36249	5,2	4,3	0,81056	0,657	2,1	4,3	6,4
Supra-orbital li. l.	5	6,02	0,14967	6,1	5,7	0,33466	0,112	0,8	5,7	6,5
Suborbital re. s.	5	3,26	0,05099	3,3	3,3	0,11402	0,013	0,3	3,1	3,4
Suborbital li. s.	5	6,02	0,14967	6,1	5,7	0,33466	0,112	0,8	5,7	6,5
Lateral Orbit re. s.	5	2,92	0,09695	3,0	3,1	0,21679	0,047	0,5	2,6	3,1
Lateral Orbit li. s.	5	3,0	0,03162	3,0	3,0	0,07071	0,05	0,2	2,9	3,1
Zygomatic Arch re. s.	5	10,3	0,06633	10,3	10,0	0,14832	0,022	0,4	10,1	11,0
Zygomatic Arch li. s.	5	9,84	0,26944	9,7	9,7	0,60249	0,363	1,6	9,0	11,0
Supraglenoid re. s.	8	7,1	0,10954	7,1	7,1	0,24495	0,06	0,6	6,7	7,3
Supraglenoid li. s.	8	6,82	0,08602	6,8	6,6	0,19235	0,037	0,5	6,6	7,1
Gonion re. s.	8	13,7	0,91595	13,6	12,0	1,83189	3,36	3,5	12,0	16,0
Gonion li. s.	8	11,4	0,3763	11,5	10,0	0,84143	0,708	1,9	10,3	12,0
Occlusal Line re. s.	8	19,8	0,35014	19,7	19,0	0,78294	0,613	2,0	19,0	21,0
Occlusal Line li. s.	8	19,7	0,27677	19,7	19,0	0,61887	0,383	1,5	19,0	21,0

Tabelle 15: 6 Messungen an einer Person während 7 Monaten

	Anzahl	Mittelwert	Standardfehler des Mittelwertes	Median	Modus	Standardabweichung	Varianz	Spannweite	Minimum	Maximum
Supraglab. s.	6	3,6	0,11255	3,45	3,4	0,27568	0,076	0,6	3,4	4,0
Glabella s.	6	4,2	0,07491	4,5	4,5	0,18348	0,034	0,5	4,1	4,6
Nasion s.	6	4,75	0,09916	4,75	4,4	0,2429	0,059	0,7	4,4	5,1
End of Nasion s.	6	2,45	0,06708	2,45	2,4	0,16432	0,027	0,5	2,2	2,7
Mid-Philtrum s.	6	8,17	0,23476	8,1	7,6	0,57504	0,331	1,3	7,6	8,9
Chin-Lip-Fold s.	6	12,2	0,1118	12,2	12,4	0,27386	0,075	0,7	12,0	12,4
Mental Eminence s.	6	7,43	0,18738	7,5	7,8	0,45898	0,211	1,1	6,8	7,9
Beneath Chin s.	6	4,68	0,18584	4,6	4,2	0,4535	0,206	1,1	4,2	5,3
Frontal Eminence re. s.	6	3,55	0,09574	3,55	3,8	0,23452	0,055	0,6	3,2	3,8
Frontal Eminence li. s.	6	3,47	0,11155	3,35	3,3	0,27235	0,075	0,7	3,2	3,9
Supra-orbital re. s.	6	5,63	0,13824	5,6	5,6	0,33862	0,115	0,9	5,1	6,0
Supra-orbital li. l.	6	5,42	0,27376	5,5	5,2	0,67157	0,45	1,9	4,3	6,2
Suborbital re. s.	6	3,4	0,13663	3,5	3,5	0,33466	0,112	0,9	2,9	3,8
Suborbital li. s.	6	4,33	0,72234	4,4	5,8	1,7694	3,131	3,8	2,4	6,2
Lateral Orbit re. s.	6	2,83	0,07149	2,75	2,7	0,17912	0,031	0,4	2,7	3,1
Lateral Orbit li. s.	6	2,92	0,09458	2,9	2,9	0,23166	0,054	0,7	2,6	3,3
Zygomatic Arch re. s.	6	10,3	0,3223	10,0	10,0	0,78930	0,623	2,1	9,1	11,4
Zygomatic Arch li. s.	6	10,1	0,21551	10,2	9,3	0,52789	0,279	1,3	9,3	10,6
Supraglenoid re. s.	6	6,77	0,24449	6,9	6,9	0,59889	0,359	1,7	5,6	7,3
Supraglenoid li. s.	6	6,82	0,19903	6,75	6,7	0,48751	0,238	1,5	6,2	7,7
Gonion re. s.	6	15,1	0,40284	15,1	13,6	0,98675	0,974	2,9	14,0	16,5
Gonion li. s.	6	12,9	1,0528	12,3	10,4	2,5789	6,651	7,5	10,0	17,9
Occlusal Line re. s.	6	19,7	0,54247	20,1	17,4	1,3288	1,766	3,6	17,0	21,0
Occlusal Line li. s.	6	19,6	0,28008	19,4	19,1	0,68605	0,4791	1,8	19,0	20,9

Tabelle 16: Messung mittels einer Handhalterung

	Anzahl	Mittelwert	Standardfehler des Mittelwertes	Median	Modus	Standardabweichung	Varianz	Spannweite	Minimum	Maximum
Supraglab. s.	8	3,4125	0,03981	3,4	3,3	0,1126	0,013	0,3	3,3	3,6
Glabella s.	8	4,175	0,0491	4,2	4,2	0,013887	0,019	0,4	4,0	4,4
Nasion s.	8	5,25	0,06268	5,25	5,3	0,17728	0,031	0,6	5,0	5,6
End of Nasion s.	8	2,175	0,04119	2,15	2,1	0,1165	0,014	0,3	2,0	2,3
Mid-Philtrum s.	8	6,8125	0,13554	6,75	6,8	0,38336	0,147	1,2	6,4	7,6
Chin-Lip-Fold s.	8	11,938	0,06797	12,0	11,7	0,19226	0,037	0,5	12,0	12,2
Mental Eminence s.	8	6,6875	0,11717	6,6	6,6	0,33139	0,11	1,0	6,3	7,3
Beneath Chin s.	8	4,8125	0,09717	4,9	4,9	0,27484	0,076	0,7	4,4	5,1
Frontal Eminence re. s.	8	3,5	0,06547	3,45	3,3	0,18516	0,034	0,5	3,3	3,8
Frontal Eminence li. s.	8	3,5125	0,07662	3,5	3,5	0,21671	0,047	0,6	3,2	3,8
Supra-orbital re. s.	8	4,625	0,1497	4,6	4,6	0,42342	0,179	1,1	4,1	5,2
Supra-orbital li. l.	8	5,2125	0,11408	5,3	5,5	0,32266	0,104	0,8	4,7	5,5
Suborbital re. s.	8	2,75	0,05669	2,7	2,6	0,16036	0,026	0,4	2,6	3,0
Suborbital li. s.	8	2,5875	0,1125	2,55	2,4	0,3182	0,101	1,0	2,1	3,1
Lateral Orbit re. s.	8	3,3	0,13887	3,2	3,1	0,39279	0,154	1,2	2,8	4,0
Lateral Orbit li. s.	8	3,3625	0,04978	3,35	3,3	0,15079	0,020	0,4	3,1	3,5
Zygomatic Arch re. s.	8	8,6625	0,17417	8,75	8,9	0,49262	0,243	1,5	7,9	9,4
Zygomatic Arch li. s.	8	8,3375	0,15111	8,5	8,5	0,42741	0,183	1,2	7,5	8,7
Supraglenoid re. s.	8	7,0	0,12247	6,95	6,9	0,34641	0,12	1,2	6,4	7,6
Supraglenoid li. s.	8	5,9875	0,18655	5,95	5,4	0,52763	0,278	1,6	5,4	7,0
Gonion re. s.	8	14,703	0,37939	15,1	15,3	1,073	1,151	3,42	13,0	16,22
Gonion li. s.	8	15,425	0,22019	15,7	16,0	0,62278	0,388	1,5	15,0	16,0
Occlusal Line re. s.	8	18,013	0,23256	18,0	17,3	0,65778	0,433	1,6	17,0	18,9
Occlusal Line li. s.	8	18,25	0,15119	18,2	18,7	0,42762	0,183	1,2	18,0	18,7

8. Literaturverzeichnis

1. Bellmann D (2004) Differenzierung von Personen mittels computergestützter Bildanalyse: Dissertation. Universität des Saarlandes, Institut für Rechtsmedizin, Homburg / Saar
2. Burrath S (2004) Gesichtswichteilrekonstruktionen im LKA Sachsen- Anhalt. Kriminalistik 2: 101-103
3. Buzug TM, Bongartz J (2006) Forensische Gesichtsrekonstruktion. Kriminalistik 8-9: 502-505
4. Clement JG, Ranson DL (1998) Craniofacial identification in forensic medicine
5. De Greef S, Claes P, Vandermeulen D, Mollemans W, Suetens P, Willems G (2006) Large- Scale in- vivo Caucasian facial soft tissue thickness database. Journal of Forensic science international 15: 126-46
6. El- Mehallawi H, Soliman M (2001) Ultrasonic assessment of facial soft tissue thickness in adult Egyptians. Forensic science international 117: 99- 107
7. Farkas LG, Bryson W, Klotz J (1980) Is Photogrammetry of the Face Reliable? Plastic and reconstructive surgery 66: 346-355
8. Gniadecka M, Serup J, Sondergaard J (1994) Age- related diurnal changes of dermal oedema: evaluation by high frequency ultrasound. Br J Dermatol. 131 6:849-55
9. Grüner O (1989) Schädelidentifizierung- Geschichtlicher Überblick und praktische Anwendung. Archiv für Kriminologie 184: 1-16
10. Grüner O, Reinhard R (1959) Ein photographisches Verfahren zur Schädelidentifizierung. Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin, Bd. 47: 247- 256
11. Helmer, R (1980) Schädelidentifizierung durch elektronische Bildmischung. Habilitationsschrift, Kiel
12. Helmer, R (1984) Schädelidentifizierung durch elektronische Bildmischung. Zugleich ein Beitrag zur Konstitutionsbiometrie und Dickenmessung der Gesichtswichteile. Kriminalistik- Verlag, Heidelberg
13. Helmer R, Koschorek F, Terwey B, Frauen T (1986) Dickenmessung der Gesichtswichteile mit Hilfe der Kernspin- Tomographie zum Zwecke der Identifizierung. Archiv für Kriminologie 178: 139- 150

14. Helmer R (1986) Identifizierung der Leichenüberreste des Josef Mengele. Archiv für Kriminologie 177: 129- 144
15. Helmer R, Röhrich S, Peterson D, Moer F (1988) Plastische Gesichtsrekonstruktion als Möglichkeit der Identifizierung unbekannter Schädel. Archiv für Kriminologie, 184: 75- 83
16. Helmer R, Röhrich S, Peterson D, Moer F (1988) Plastische Gesichtsrekonstruktion als Möglichkeit der Identifizierung unbekannter Schädel (II). Archiv für Kriminologie 184: 142-160
17. Hodson G, Liebermann LS, Wright P (1985) In Vivo Measurements of Facial Tissue Thicknesses in American Caucasoid Children. Journal of Forensic Science 30/ 4: 1100- 1112
18. Kass M, Witkin A, Terzopoulos D (1987) Snakes: Active Contour Models. International Journal of Computer Vision, vol. 1(4): 321-331
19. Knussmann R (ed) (1988) Bd. I Wesen und Methoden der Anthropologie, 1. Teil Wissenschaftstheorie, Geschichte, morphologische Methoden. Gustav Fischer, Stuttgart New York
20. Kollmann J, Büchly W (1898) Die Persistenz der Rassen und die Rekonstruktion der Physiognomie prähistorischer Schädel. Arch. Antrop. XXY: 329 - 259
21. Kreuz K, Verhoff MA (2007) Forensische Gesichtsrekonstruktion - Identifizierung bei Skelettfunden. Deutsches Ärzteblatt 104 (17): A 1160-5
22. Krutmann J, Diepgen T (2003) Hautalterung, Grundlagen, Prävention, Therapie. Springer, Berlin Heidelberg
23. Lampe A, Rolle R, Orschied J (2007) Plastische Gesichtsrekonstruktion in der vor- und frühgeschichtlichen Archäologie. Entwicklung, Methodik und aktuelle Bestandsaufnahme. In: Buzug TM, Sigl KM, Bongartz J, Prüfer K (eds) Gesichtsrekonstruktion. Wolters Kluwer Deutschland GmbH, München, pp 620-633
24. Mang A, Müller J (2007) Weichteil- Segmentierung für forensische Anwendungen. In: Buzug TM, Sigl KM, Bongartz J, Prüfer K (eds) Gesichtsrekonstruktion. Wolters Kluwer Deutschland GmbH, München, pp 62- 94
25. Manheim M, Listi G, Barsley R, Musselmann R (2000) In vivo facial tissue depth measurements for children and adults. In: Journal of forensic science: the official publication of the American Academy of Forensic Sciences 45: 48-60

26. Nelson LA, Michael SD (1998) The application of volume deformation to three-dimensional facial reconstruction: A comparison with previous techniques. *Forensic science international* 94: 167- 181
27. Phillips VM, Smuts NA (1996) Facial reconstruction: Utilization of computerized tomography to measure facial tissue thickness in a mixed racial population. *Forensic science international* 83: 51- 59
28. Pung M, Theisen S, Thomsen D, Bongartz J, Buzug T. (2007) Landmark-Navigation für die forensische Gesichtsrekonstruktion. In: Buzug TM, Sigl KM, Bongartz J, Prüfer K (eds) *Gesichtsrekonstruktion*. Wolters Kluwer Deutschland GmbH, München, pp 343- 363
29. Rhine JS, Campbell HS (1980) Thickness of Facial Tissues in American Blacks. *Journal of forensic science* 25: 847- 858
30. Robetti, Iorio M, Mascaro V (1982) Die Stärke des Weichgewebes des Gesichtes zur Personenidentifizierung. *Zeitschrift für Rechtsmedizin* 89: 119- 124, Springer-Verlag
31. Sigl KM, Prüfer K, Zöllner T (2006) Die Gesichteweichteilrekonstruktion. *Kriminalistik* 8-9: 499-501
32. Taylor KT (2001) *Forensic art and Illustration*. Boca Raton, London, New York, Washington D.C.: CRC Press
33. Vanezis P, Vanezis M, Mc Combe G (1999) Facial reconstruction using 3-D computer graphics. *Forensic science international* 108: 81- 95
34. Verhoff MA, Kreuz K, Ramsthaler F, Schiwy- Bochat K (2006) Forensische Anthropologie und Osteologie - Übersicht und Definitionen. *Deutsches Ärzteblatt*, 103 (12), A 782- A 788
35. Weidenbusch A, Computergestützte Weichteildickenmessung an CT - Aufnahmen des Schädels: Dissertationsschrift in Arbeit, Universität des Saarlandes, Institut für Rechtsmedizin, Homburg / Saar
36. Wilkinson C (2004) *Forensic Facial Reconstruction*. Cambridge: University Press
37. Wittwer- Bachofen U, Prieels F, Hering P (2007) Verbesserte Weichteildaten für die Gesichtsrekonstruktion. In: Buzug TM, Sigl KM, Bongartz J, Prüfer K (eds) *Gesichtsrekonstruktion*. Wolters Kluwer Deutschland GmbH, München, pp 151- 157

Internetseiten:

- I1: http://www.berlin.de/polizei/presse-fahndung/uebekannte_tote.html
- I2: <http://www.medizin.de/gesundheit/deutsch/784.html>: Der Tod hat ein Gesicht, 9.5.2005
- I3: <http://www.mdr.de/kribo-live/1703781.html>: Kribo live Report, MDR Fernsehen 2005.
- I4: http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/C4/tpC4_description_g.html Intraoperative Kontrolle kraniofazialer Operationen mit nicht ionisierender multimodaler Bildgebung und Berücksichtigung der Gewebeschwellung, SFB 603: Teilprojekt C4.
- I5: <http://www.wdr.de/tv/q21>. Wieghaus, G. Der Schädel von Celle.
- I6: <http://www.wdr.de/tv/q21/1987.0.phtml>. Krätzig, C. Störtebekers Kopf - Gesichtsrekonstruktion fürs Museum.

9. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
cm	Zentimeter
CT	Computer- Tomographie
GWR	Gesichtsweichteilrekonstruktion
Diagr.	Diagramm
evtl.	eventuell
s. u.	siehe unten
MHz	Megahertz
MRT	Magnetresonanz- Tomographie
s. u.	siehe unten
Tab.	Tabelle
z. B.	zum Beispiel

10. Dank

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Wilske, meinem Doktorvater, der mir stets mit wertvollen Ratschlägen bei der Durchführung der Arbeit zur Seite gestanden hat.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. Bellmann, meiner Betreuerin. Sie stand mir jederzeit in fachlichen Fragen zur praktischen Durchführung der Arbeit zur Verfügung, unterstützt mich bei der Abfassung der Dissertation und trug durch ihr Engagement sehr zum Gelingen der Arbeit bei.

Mein Dank geht des Weiteren an Herrn Prof. Dr. Tilgen und Frau Dr. Dill-Müller aus der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie des Universitätsklinikums des Saarlandes. Sie ermöglichten die praktische Durchführung der Vermessungen in den Räumlichkeiten der dermatologischen Klinik. Bei Frau Dr. Dill-Müller möchte ich mich besonders für die Einführung am Sonographiegerät und ihre wertvollen Ratschläge bezüglich der dermatologischen und sonographischen Aspekte meiner Arbeit bedanken. Ein weiterer Dank gilt Frau Prof. Dr. Hermann vom Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik, die die Auswertung dieser Arbeit mathematisch / statistisch betreut hat.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der dermatologischen Stationen D-01 und D-03, die mir bei der Suche nach geeigneten Probanden behilflich waren.

Bei Herrn Prof. Dr. Krämer möchte ich mich für seine wertvollen Anregungen und Ratschläge bedanken.

Des Weiteren möchte ich mich bei meiner Freundin Julia Weiler für Ihre Geduld bedanken: Die Fehlermessungen an ihr nahmen viel Zeit in Anspruch.

Auch meiner Schwester Cornelia Werner möchte ich für die Korrektur der Dissertation danken.

Widmen möchte ich diese Arbeit meinen Eltern, die mich immer bedingungslos unterstützt haben.

11. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name, Vorname: Werner, Gabriele
Erstwohnsitz: Fichtenweg 5
78713 Schramberg- Sulgen
Geburtsdatum, -ort: 16. März 1983 in Schramberg (Baden- Württemberg)
Familienstand: ledig
Eltern: Hans Werner, Studiendirektor am Gymnasium Schramberg
Christine Werner, Lehrerin an der Hauptschule Sulgen

Schulbildung

1989 – 1993: Grundschule Schramberg- Sulgen
1993 – 2002: Gymnasium Schramberg
06/2002 Abschluss: Allgemeine Hochschulreife, Durchschnittsnote 1,5

Studium

10/2002 Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Universität des Saarlandes, Homburg / Saar
09/2004 Ärztliche Vorprüfung, Durchschnittsnote 3,3
2005 – 2006: ERASMUS – Austauschjahr in Lausanne, Schweiz
2006 – 2008: Weiterführung des Studiums an der Universität des Saarlandes
08/2006 Beginn der experimentellen Durchführung dieser Dissertation
08/2007- 11/2008: Chirurgietertial im Rahmen des Praktischen Jahres in Sierre, französische Schweiz
09/2007 Präsentation der Dissertation in einem Vortrag anlässlich der 86. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin in Mainz
11/2008 Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung, Durchschnittsnote 3
Seit 02/2009 Assistenzärztin in der Anästhesie, Kliniken der Stadt Köln, Klinikum Merheim, Universität Witten/ Herdecke

Erklärung gemäß § 7 Abs. 1 Nr. 4

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Bei der Auswahl und Auswertung folgenden Materials haben mir die nachstehend aufgeführten Personen in der jeweils beschriebenen Weise unentgeltlich geholfen:
Frau Prof. Dr. Hermann vom Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik der Universität des Saarlandes, Auswertung der erhobenen Daten.

Weitere Personen waren an der inhaltlich-materiellen Erstellung der Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater/innen oder anderer Personen) in Anspruch genommen. Außer den Angegebenen hat niemand von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für die Arbeiten erhalten, die in Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationen stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form in einem anderen Verfahren zur Erlangung des Doktorgrades einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ich versichere an Eides statt, dass ich nach bestem Gewissen die Wahrheit gesagt und nichts verschwiegen habe.

Vor Aufnahme der vorstehenden Versicherung an Eides statt wurde ich über die Bedeutung einer eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung belehrt.

Köln, 03.08.2009

Unterschrift der Promovierenden

Unterschrift des die Versicherung an Eides statt aufnehmenden Beamten