

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie

der Universität Würzburg

Direktorin: Professor Dr. med. Angelika Stellzig-Eisenhauer

**Visuelle Beurteilung von Gesichtsasymmetrien –
zwei- und dreidimensionale Wahrnehmung im Vergleich**

Inaugural – Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Ute Bareis

aus Mutlangen

Würzburg, Oktober 2008

Referentin: Professor Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. Josip S. Bill

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 27.11.2008

Die Promovendin ist Zahnärztin

Meinen Eltern und Jochen
in Liebe und Dankbarkeit
gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
1.1	Der Attraktivitätsbegriff.....	1
1.2	Der Schönheitsbegriff.....	1
1.2.1	Der Schönheitsbegriff aus evolutionsgeschichtlicher und geschichtlicher Sicht.....	2
1.2.2	Der Schönheitsbegriff in der Neuzeit.....	4
1.2.3	Philosophische Aspekte zum Schönheitsbegriff.....	5
1.2.4	Schönheit und Attraktivität im kunsthistorischen Überblick.....	7
1.3	Merkmale fazialer Ästhetik.....	12
2.	Ziel der Untersuchung.....	15
3.	Material und Methode.....	16
3.1	Messgerät und Messmethode.....	16
3.1.1	Sensor.....	16
3.1.2	Symmetrieanalyse.....	18
3.2	Material.....	21
3.2.1	Erstellen der virtuellen Gesichter aus 3D-Daten unter Verwendung der Software AMIRA.....	21
3.2.2	Teil 1 – Symmetrieanalyse.....	23
3.2.3	Teil 2 – Attraktivitätsanalyse.....	25
3.2.4	Berechnung der Symmetrieebene der virtuellen Gesichter.....	26
3.3	Erstellen der Präsentationen der virtuellen Gesichter – 2D und 3D bewegt.....	26
3.3.1	Teil 1 – Beurteilung der Symmetrie.....	26
3.3.2	Teil 2 – Beurteilung der Attraktivität.....	28
3.2	Statistische Datenverarbeitung.....	29

4.	Ergebnisse	30
4.1	Ergebnisse Teil 1 – Symmetrieanalyse.....	30
4.1.1	Beurteilung der Nasenasymmetrien.....	30
4.1.2	Beurteilung der Unterkieferasymmetrien.....	33
4.2	Ergebnisse Teil 2 – Attraktivitätsbeurteilung.....	37
5.	Diskussion	40
5.1	Diskussion Material und Methode.....	40
5.2	Diskussion Teil 1 – Symmetrievergleich.....	41
5.2.1	Nasenasymmetrien.....	41
5.2.2	Unterkieferasymmetrien.....	42
5.2.3	Beurteilergruppen im Vergleich.....	44
5.3	Diskussion Teil 2 – Ergebnisse Attraktivitätsvergleich.....	44
6.	Zusammenfassung	46
7.	Literaturverzeichnis	50
8.	Anhang	58

1. Einleitung

Was macht ein menschliches Gesicht attraktiv?

Mit dieser Frage beschäftigen sich seit Jahrhunderten Wissenschaftler und Philosophen und in der heutigen Zeit treten Begriffe wie „Attraktivität“, „Schönheit“ und „Ästhetik“ nicht nur aus sozialpolitischen, sondern auch aus medizinischen und auch aus wirtschaftlichen Gründen immer mehr in den Vordergrund. Attraktive Menschen werden generell als netter, intelligenter, interessanter und für sozial kompetenter eingeschätzt.

1.1 Der Attraktivitätsbegriff

Unter Attraktivität versteht man die Anziehungskraft, die ein Betrachter für ein Objekt empfindet. Sie kann sowohl auf äußerliche Eigenschaften, wie die Schönheit, als auch auf Weseneigenschaften beruhen. Je angenehmer oder vorteilhafter etwas eingeschätzt wird, desto attraktiver wirkt es (Wikipedia 2008).

1.2 Der Schönheitsbegriff

Schönheit ist ein abstrakter Begriff, der stark mit allen Aspekten des menschlichen Daseins verbunden ist. Wie jede Wertung ist dieser emotional positiv belegte Begriff von Wertvorstellungen oder Bewertungsmaßstäben und von Bewertungszielen abhängig, die auch durch gesellschaftliche Konventionen geprägt werden. Welche Wertmaßstäbe dem Begriff „Schönheit“ zu Grunde liegen, und wie diese zustande kommen, ist oftmals Untersuchungsgegenstand von Natur- und Geisteswissenschaften (Wikipedia 2008).

1.2.1 Der Schönheitsbegriff aus evolutionsgeschichtlicher und geschichtlicher Sicht

Aus evolutionsgeschichtlicher Sicht ist Schönheit gleichzusetzen mit der biologischen Nützlichkeit (Schuster, 1992).

Die Ursprünge, was als „schön“ definiert werden kann oder was Schönheit ausmacht, sind bereits frühgeschichtlich im Neolithikum zu finden.

Der Schönheit wurden bereits pragmatische Aspekte zugeordnet, die darin verwurzelt waren, das Fortbestehen einer Sippe zu sichern und die eigenen genetischen Informationen weiterzugeben. Für die Frau stand im Vordergrund, eine kräftigen und potenten Partner zu finden, der in der Lage war, sie und den Nachwuchs hinreichend zu versorgen. Für den Mann war das entscheidende Kriterium, eine Partnerin zu finden, die gesunden Nachwuchs gebären und dadurch ebenfalls das Fortbestehen einer Sippe sichern konnte. Somit war in den Anfängen die Schönheit primär mit körperlicher Gesundheit gleichzusetzen (Henss, 1998).

Im Mittelalter und später in der Neuzeit traten andere Auswahlkriterien in den Vordergrund. Seuchen, Parasiten und andere Krankheiten bedingten ein differenzierteres Auswählen eines Partners. Mit der Weiterentwicklung gesellschaftlicher Strukturen traten Faktoren wie Reichtum und Herkunft und die damit verbundene finanzielle Unabhängigkeit bei der Partnersuche in den Vordergrund. Im weiteren Verlauf der Geschichte wurden dem Begriff der Schönheit Attribute wie Zartheit, Jugendlichkeit, Blässe etc. gleichgesetzt. Diese Attribute stellten eine Unterscheidung zum gewöhnlichen Volk dar und spiegelten sich oftmals in Kleidung, Frisuren, Schminke und Puder wieder. Dadurch erlebte die Schönheit ein Aufblühen in Zurschaustellen, Schmücken und Dekorieren (Posch, 1999). Dabei war man meist bedacht, die vorhandene „Schönheit“ zu betonen und beispielsweise durch bestimmte Kleidungsstücke wie Korsetts hervorzuheben.

Das Schönheitsideal von Jugendlichkeit, Gesundheit und Reichtum ist bis in unsere heutige Zeit nahezu erhalten geblieben. Der ideale, gesunde Körper wird dabei heutzutage mit einem schlanken Körper gleichgesetzt, was einen wahren Körper- und auch Fitnesskult hervorgebracht hat. So trat vor allem in den Neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts die Weiblichkeit und die darin gesehene Fruchtbarkeit zugunsten eines übermäßig schlanken Körpers in den Hintergrund.

Dazu kommt, dass man nach dem heutigen Schönheitsideal, dem Körper weder Schwäche noch Spuren des Altern ansehen darf. Der Körper wird zum Abbild des Wesens stilisiert (Drolshagen, 1995).

Im Allgemeinen kann ein schönes weibliches Gesicht in drei Teilaspekte unterteilt werden. Zum einen das sogenannte Kindchenschema. Das Kindchenschema zeichnet ein hohe Stirn, große, relativ weit auseinander stehende Augen, eine kleine Nase und ein kleines Kinn aus (Cunningham, 1995). Dabei zeigt sich, dass ein Gesicht, das mehr Kindchenmerkmale aufweist, emotional wärmer und somit schwächer wirkt (Cunningham, 1995).



Abb. 1.2: Veränderung des Profis vom Kind mit Kindchenschema zum Erwachsenen

Des Weiteren werden Merkmale, wie breite Wangenknochen, schmale Wangen und ein kurzes Kinn, die mit Beginn der Geschlechtsreife deutlich hervortreten, als sichtbares Zeichen von Reife angesehen werden (Henss, 1999). Letztendlich werden expressive Merkmale, die sich zum Ausdruck positiver Gefühle eignen, wie beispielsweise ein breites Lachen, hohe Augenbrauen oder große Pupillen mit dem idealen attraktiven Gesicht in Verbindung gebracht (Cunningham, 1995). All diese Einzelaspekte erzeugen miteinander verbunden ein Bild von Gesundheit, Jugendlichkeit und Attraktivität. Aufgrund der begrenzten Fortpflanzungsfähigkeit werden hingegen Zeichen des fortschreitenden Alters wie schlaaffe Haut, graues Haar und Falten als unattraktiv empfunden (Henss, 1999).

1.2.2 Der Schönheitsbegriff in der Neuzeit

Bei der Betrachtung der neuzeitlichen Schönheitsideale wird deutlich, dass sich die Schönheitsideale im Laufe der Zeit kaum verändert haben.

Große Augen, makelloser Teint, ein schmales Kinn in Verbindung mit einem schlanken und straffen Körper sind nach wie vor Zeichen von Jugend, Gesundheit und Fruchtbarkeit (Newman, 2000). Idealisiert zu sehen ist dies bei Angelina Jolie oder Marilyn Monroe.

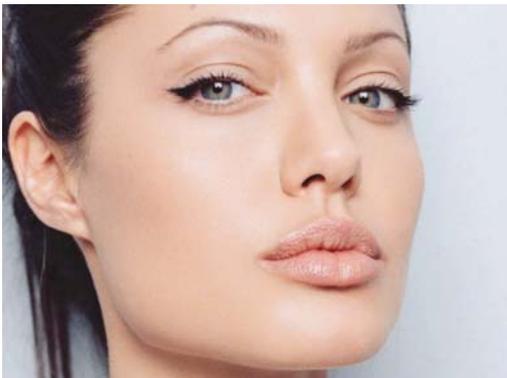


Abb. 1.3 Angelina Jolie



Abb. 1.4 Marilyn Monroe

Fasst man die einzelnen Aspekte zusammen, so wird ein attraktives Gesicht vor allem durch ein hohes Maß an Symmetrie, d.h. Durchschnittlichkeit bezogen auf Position und Maß aller Züge, gekennzeichnet (Langlois, 1979).

Ein sogenanntes Durchschnittsgesicht zeichnet sich dadurch aus, dass es neuronal leichter verarbeitet und somit als angenehmer empfunden wird. Extreme Ausprägungen in einem Gesicht wirken hingegen abstoßend. Geringe Abweichungen von der Norm können dennoch als attraktiv empfunden werden, sobald sie bestimmte Schlüsselreize erfüllen. Bei Männern ist dies beispielsweise die Kinnregion wobei ein breites und markantes Kinn für einen hohen Testosteronspiegel steht und somit Macht und Potenz symbolisiert.

1.2.3 Philosophische Aspekte zum Schönheitsbegriff

Auch in der Philosophie fand sich eine Beschreibung der Schönheit, die im gesamten Altertum Verbreitung fand. So schrieb Aristoteles, dass die Pythagoreer die Ansicht vertreten, alles Seiende sei durch Maß und Zahl bestimmt (Hauskeller, 1995). Die Welt wurde dementsprechend zu *kosmos*. Dies beschreibt eine durchgehende und von der Vernunft erfassbare Ordnungsstruktur, die als solche gefällt und Anerkennung fordert. Das bedeutet nichts anderes, als dass sie schön ist. Das griechische Wort für schön ist *kalos* bezeichnet eben dieses Anerkennungswürdige. Für die Pythagoreer war Schönheit die erscheinende und dadurch wesenhafte Ordnung, eine objektive Eigenschaft der Dinge, die sich in Form von *harmonia* und einer *symmetria* zeigte. Auch in anderen Bereichen, wie Musik, Architektur, Kunst und Malerei wurden Maß und Proportion als Richtlinien übernommen (Hauskeller, 1995).

Die Sophisten grenzten sich bei der Begriffsbestimmung der Schönheit deutlich von den Pythagoreern ab. Sie übertrugen als erste die philosophische Fragestellung nach der Schönheit auf den Menschen und nahmen somit einen realistischen Standpunkt bezüglich der Schönheit ein. Ihre Haltung wird durch den Satz des Praxagoras deutlich gemacht, in dem es heißt, dass jeder einzelne Mensch das Maß aller Dinge sei. Dies gelte auch für die Schönheit, denn was die Menschen für schön halten, sei so unterschiedlich, dass sich nichts Bestimmtes darüber sagen lasse. Die Sophisten bestritten somit die Objektivierbarkeit der Schönheit. Alleine die subjektive Wahrnehmung, also der persönliche Geschmack des einzelnen, entscheidet sich darüber, was jemand als schön bezeichnet. Schön sei, laut den Sophisten, schlichtweg das, was für Auge und Ohr angenehm sei (Hauskeller, 1995). Die sophistische Subjektivierung des Schönen setzte sich zunächst nicht durch. Von Platon und Aristoteles diskutiert, wurde die Schönheitslehre der Sophisten bald wieder verworfen und fand erst im englischen Sensualismus des 18. Jahrhunderts von David Hume und im Humanismus wieder Bedeutung.

Einige Jahrhunderte später beschäftigten sich die Philosophen Aristoteles und Platon mit Studien über Schönheit, indem sie konstatierten, dass Schönheit das Zusammentreffen von Präzision, Symmetrie, Koordination und funktioneller Struktur sei (Baud, 1982). Vieles von dem, was später zur Bestimmung der Schönheit verwendet wurde, findet sich in den Theorien Platons. Durch die kritische Hinterfragung der Ansätze werden zum ersten Mal Schwierigkeiten offenbart, die der Versuch einer Begriffsbestimmung der Schönheit mit sich bringt. So wird erst durch Platon die Schönheit zum philosophischen Problem.

1.2.4 Schönheit und Attraktivität im kunsthistorischen Überblick

Die Verbindung des Schönen und des Guten findet sich auch in der Kunst wieder.

Ein frühes Zeugnis dokumentierter Schönheit ist sicherlich die Büste der Nofretete.

Die Ägypter (5000 v.Chr.) waren die Ersten, die sich der Lehre von harmonischen Körper- und Gesichtsproportionen angenommen haben. In der damaligen Zeit spiegelte sich das ägyptische Ideal von Schönheit, Harmonie und ausgeglichenen Proportionen insbesondere die den Skulpturen wieder (Peck, 1970). Obwohl die Porträts mehr als 5000 Jahre alt sind, entspricht Nofretete mit ihren hervortretenden Wangenknochen und den großen Augen durchaus dem Schönheitsideal der Neuzeit.



Abb. 1.5: Büste der Königin Nofrete



Abb.1.6: Skulptur der Aphrodite mit Eros und Pan

50 v.Chr. war der römische Architekt Vitruvius der Erste, der die menschlichen Proportionen in ein Zahlenschema gliederte und das Gesicht in der Vertikalen in drei gleich große Teile einteilte (Bahr, 1991).

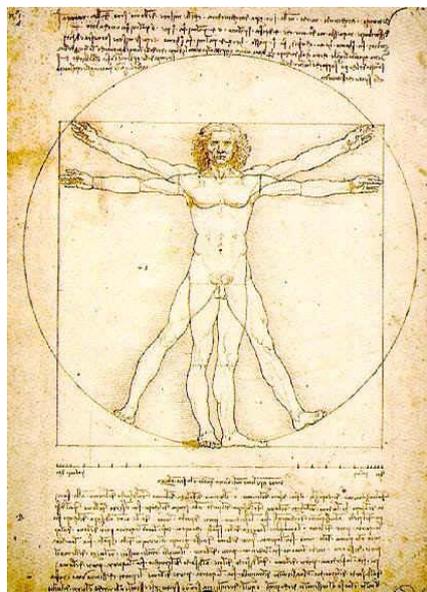


Abb. 1.7: Proportionsschema der menschlichen Gestalt nach Vitruv – Skizze von Leonardo da Vinci, 1485/90, Venedig, Galleria dell' Accademia

Im Gegensatz dazu galt es in der griechischen Klassik die Vorliebe für die Darstellung organischer Formen, die die harmonische Integration allgemeingültiger Proportionen hervorhob. Diese sollten der Natur nicht aufgezwungen, sondern als deren Wahrheit und Wirklichkeit erkannt werden (Schuster, 1992).

Später in der Renaissance galten die Maßverhältnisse des menschlichen Körpers als Grundlage der ästhetischen Vollkommenheit. Vertreter dieser Periode waren beispielsweise Leonardo da Vinci und Michaelangelo. Da Vinci teilte das Gesicht in der Transversalen in fünf gleich große Teile ein, die der Augenweite entsprachen und bei Michaelangelo wurde das Gesicht „ideal“ proportioniert wie bei deiner berühmten Statue des David (Edler, 2001).



Abb.1.8: Statue des David, das Original in der Galleria dell' Accademia, Florenz

Das Konzept des so genannten Goldenen Schnitts und der Goldenen Proportionen ist auf die pythagoräische Schule im 5. und 6. Jahrhundert v. Chr. zurückzuführen. Erstmals wurde es schriftlich von Euklid in seinem Buch „Elemente“ beschrieben (Baud, 1982).

Der menschliche Leib als bevorzugter Gegenstand der darstellenden Künste konnte mit Hilfe des Goldenen Schnitts einer festen Gliederung folgen, ohne dass die organische Form mit dem festen Maßverhältnis in Widerspruch geriet.

Der Goldene Schnitt wird folgendermaßen definiert:

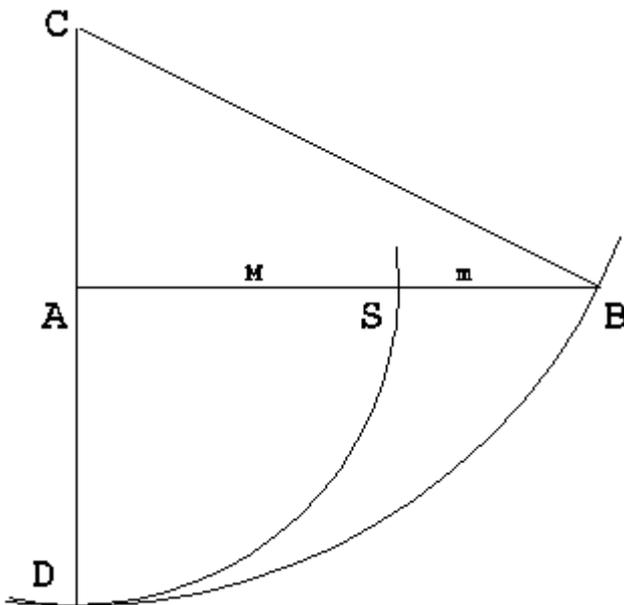


Abb.1.9: Schematische Darstellung des Goldenen Schnitt

Ein Punkt S teilt eine Strecke AB im Goldenen Schnitt, falls sich die größere Teilstrecke M (major) zur kleineren (minor) so verhält wie die Gesamtstrecke AB zum größeren Teil M.

Der arithmetische Ausdruck dieses Verhältnisses lautet:

$$M/m \sim 1,618 = \varphi \text{ (Phi)}$$

Die Konstante Phi ($\varphi=1,618$) ist benannt nach dem griechischen Bildhauer Phidias.

Dieses Maßverhältnis beeinflusst unser Urteilsvermögen so stark, dass der Inhalt des Bildes eine untergeordnete Rolle erfährt (Schuster, 1992). Nach

Benjafeld (1989) werden Bilder, die dem goldenen Schnitt folgen oder vereinfachte Maßverhältnisse wie 1:1 oder 1:2 aufweisen, bevorzugt behandelt (Schuster, 1992).

In der mittelalterlichen Kunst spielte neben dem Goldenen Schnitt auch die „Magische 7“ eine Rolle. Das ideale Gesicht wurde hierbei wie folgt beschrieben: Das Haar bedeckt das obere Siebtel des Kopfes. Die Stirn nimmt zwei Siebtel der Kopfhöhe ein, ebenso die Nase. Ein Siebtel reicht von Nase zu Mund, ein weiteres Siebtel vom Mund zur Kinnspitze (Liggett, 1974).

Dies verdeutlicht, warum Leonardo da Vinci versuchte, eine Proportionsfigur zu entwickeln und weshalb seine Kunstwerke von solch durchdachter Schönheit sind (Schuster, 1992).

Interessant ist nun, in wie weit Schönheit und damit Attraktivität und Symmetrie im menschlichen Gesicht voneinander abhängig sind, ob Attraktivität somit verifizierbar ist und auf welchen Merkmalen sie dann beruht und ob Attraktivität unterschiedlich beurteilt wird – abhängig von einer zwei- oder dreidimensionalen Betrachtungsweise. Täglich begegnen sich unzählige Menschen, sehen in unzählige Gesichter und fällen meist innerhalb eines kurzen Augenblicks ein Urteil darüber, ob der Gegenüber einem als attraktiv erscheint oder nicht. Selten macht man sich bewusst darüber Gedanken, welches Merkmal nun entscheidend für diesen Eindruck ist.

1.3 Merkmale fazialer Ästhetik

Der Hauptfaktor, der die Attraktivität eines Menschen beeinflusst, ist das Gesicht (Mueser, 1984). Folglich ist es ein häufiger Grund für Patienten, den Kieferorthopäden aufzusuchen, mit dem Bestreben, sein äußeres Erscheinungsbild zu verbessern. Die Hauptziele einer kieferorthopädischen Therapie sind zum einen eine funktionell einwandfreie statische und dynamische Okklusion. Die heute noch gültigen Maßstäbe für eine funktionelle und ästhetische Ausformung der Zahnbögen postulierte Andrews 1972 in seinen „sechs Schlüssel der Okklusion“. Ob ein Zusammenhang zwischen dentaler und fazialer Ästhetik besteht, wurde jüngst in einer Reihe von Studien untersucht (Tatarunaite 2005, Al-Yami 2000). Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass keine direkte Korrelation zwischen dentaler und fazialer Ästhetik besteht.

Ein weiteres Hauptziel der kieferorthopädischen Behandlung besteht in der Schaffung einer ausgewogenen skelettalen Morphologie als Voraussetzung für ein ästhetisch ansprechendes und harmonisches Gesicht. Diese skelettale Morphologie liefert die Grundlage dafür, ob ein Gesicht nun symmetrisch ist bzw. inwiefern ein Gesicht dem „Durchschnitt“ entspricht. Die Röntgenkephalometrie speziell in lateraler Ansicht liefert wichtige Informationen bezüglich der skelettalen Morphologie. Sie wurde erstmals von Broadbent und Hofrath im Jahre 1931 entwickelt.

Ein entscheidender Gesichtspunkt bei der fazialen Ästhetik ist, wie bereits erörtert, die Symmetrie. Generell versteht man unter dem Begriff „Symmetrie“ eine harmonische Anordnung mehrerer Elemente zueinander, die bei einer gedachten Mittelachse ein jeweils spiegelgleiches Bild ergeben.

Im Gegensatz zu einer streng statischen Symmetrie steht die dynamische Symmetrie, bei der sich zwei sehr ähnliche, aber nicht identische Hälften gegenüberstehen, wie dies bei beiden Gesichtshälften der Fall ist.

Beim menschlichen Körper kommt eine statische Symmetrie nicht vor, auch ist das menschliche Gesicht nun trotz zugrunde liegender Spiegelsymmetrie nie vollständig symmetrisch. Man spricht dabei von einer „biologischen Varianz“ des menschlichen Gesichts.

Auf fototechnischem Weg beispielsweise lassen sich Gesichtsasymmetrien sehr einfach nachweisen, indem man das Bild der rechten oder linken Gesichtshälfte durch das spiegelbildlich Gleiche ergänzt.

Bei Asymmetrien muss man dann zwischen einer fluktuierenden und einer direktionalen Asymmetrie unterscheiden. Unter direktonaler Asymmetrie wird eine ungleiche Ausprägung des Merkmals auf einer Seite verstanden. Diese Ungleichheit spiegelt sich auch bei einzelnen Organen im menschlichen Körper wieder, wie beispielsweise am Herzen. Auch ein menschliches Gesicht, sei es auch noch so „schön“, ist nie vollkommen symmetrisch. Dieses Phänomen wird allgemein als Lateralität bezeichnet. Für die Attraktivität eines Gesichtes ist die fluktuierende Asymmetrie, das heißt die unterschiedliche Anordnung oder Ausprägung einzelner Merkmale wie Augen, Ohren oder Mundwinkel, ausschlaggebend.

So erklärt sich, dass obwohl das Gesicht als Ganzes eine lebendige Einheit bildet, beide Gesichtshälften meist deutliche Unterschiede in Form, Mimik und Ausdruck zeigen. Dies macht ein Gesicht letztendlich interessant und ästhetisch.

Hinsichtlich des Einflusses von Symmetrien auf die Attraktivität eines Gesichtes wurden sehr konträre Resultate gefunden. Studien belegen, dass der Grad der Symmetrie mit der Einschätzung der Attraktivität eines Gesichtes korreliert (Grammer et al. 1993, Peck et al. 1991). Dem stehen Thesen gegenüber, dass geringfügige Asymmetrien die Attraktivität eines Gesichtes durchaus steigern

können (Braun et al. 2003, Thornhill et al. 1999). Braun et al (2003) zeigten in ihrer Studie „Beautycheck“, dass Gesichter, die sehr asymmetrisch sind, als unattraktiv empfunden werden. Allerdings fanden die Autoren auch heraus, dass sehr attraktive Gesichter durchaus Abweichungen von der Symmetrie aufweisen können.

2. Ziel der Untersuchung

Bislang liegen nur wenige Untersuchungen vor, die den Einfluss asymmetrischer Gesichtsstrukturen auf die ästhetische Beurteilung analysierten.

Ziel dieser Studie war es daher, die individuelle Wahrnehmung und Bewertung verschiedener Gesichtsasymmetrien durch Kieferorthopäden, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen und Laien zu untersuchen.

In diesem Zusammenhang waren folgende Fragen zu klären:

- Welche Asymmetrien werden als besonders störend empfunden?
- Gibt es Unterschiede in der Bewertung von Symmetrie und Attraktivität zwischen den drei Bewertergruppen?
- Gibt es Unterschiede zwischen zweidimensionaler und dreidimensional bewegter Betrachtungsweise?
- Gibt es Schwellenwerte bezogen auf die einzelnen Gesichtsteile, ab welchen Asymmetrien erkannt werden?
- Unterscheiden sich die Schwellenwerte zwischen den drei Beurteilergruppen?
- Gibt es Unterschiede in der Attraktivitätsbeurteilung zwischen fazialen Abweichungen nach links beziehungsweise nach rechts?

3. Material und Methode

3.1 Messgerät und Messmethode

3.1.1. Sensor

Die dreidimensionale Erfassung von Gesichtern erfolgte mit dem SensorFaceScan3D (3D Shape Erlangen, Erlangen, Germany Abb.3.2 und 3.3). Der Sensor arbeitet nach dem Prinzip der phasenmessenden Triangulation. Triangulation bezeichnet in der optischen Messtechnik eine Methode zur Entfernungsmessung mittels Licht. Das Grundprinzip der Triangulation ist in Abb.3.1a vereinfacht für den zweidimensionalen Fall dargestellt, unterscheidet sich allerdings im Wesentlichen nicht vom dreidimensionalen Fall.

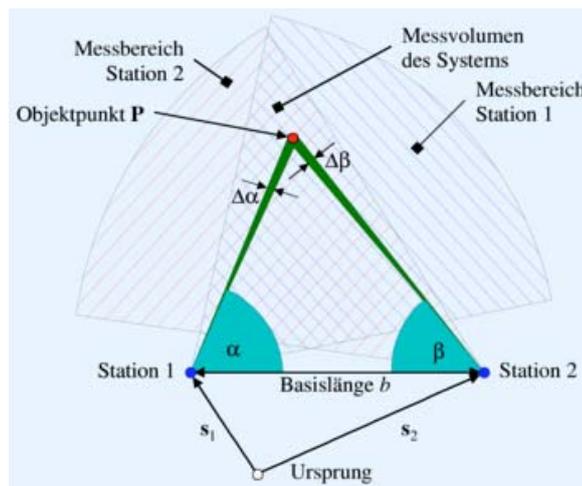


Abb.3.1.: Prinzip der phasenmessenden Triangulation

Von zwei verschiedenen Stationen, die sich um die Strecken s_1 bzw. s_2 vom Ursprung befinden, wird der zu bestimmende Objektpunkt P angepeilt. Dabei erhält man die beiden Winkel α und Winkel β mit der Genauigkeit $\Delta\alpha$ und $\Delta\beta$. Unter Kenntnis der Basislänge b kann man dann die Koordinaten von P relativ zum Koordinatenursprung bestimmen. Das Messvolumen des Gesamtsystems ist das Schnittvolumen der Messvolumina der Einzelmesssysteme von Station 1 und Station 2. Vereinfacht kann man sagen, dass von zwei Punkten auf einer

Geraden, wobei der Abstand zwischen zwei Punkten beliebig ist, Winkelmessungen zu beliebigen anderen Punkten im Raum erfolgen, um deren Lage eindeutig zu bezeichnen. Die technische Umsetzung nutzt dann eine Lichtquelle, die unter einem Winkel das Objekt beleuchtet, dessen Oberfläche vermessen werden soll. Ein elektronischer Bildwandler, zumeist eine CCD- oder CMOS Kamera oder ein PSD, registriert daraufhin das Streulicht. Bei Kenntnis der Strahlenrichtung und des Abstandes zwischen Kamera und Lichtquelle kann damit der Abstand vom Objekt zur Kamera bestimmt werden. Die Verbindung Kamera-Lichtquelle sowie die beiden Strahlen von und zum Objekt bilden hierbei ein Dreieck, daher die Bezeichnung Triangulation. Wird das Verfahren rasterartig oder kontinuierlich bewegt durchgeführt, kann das Oberflächenrelief mit großer Genauigkeit, bei handelsüblichen Sensoren bis zu 0,01 mm, bestimmt werden. Projiziert man ein Streifenmuster, kann die Distanzinformation zu allen Punkten des Musters mit einem einzigen Kamerabild berechnet werden. Man spricht dann von Streifenprojektion.

Als Diagnosegerät für kieferorthopädische Zwecke bietet der Sensor den Vorteil, dass bei berührungsloser Datenaquisition eine hohe Auflösung in z-Richtung (0,2mm) bei geringer Messdauer (0,3ms) möglich ist. Dabei sind keine weiteren Schutzmaßnahmen für den Patienten erforderlich, da bei diesem Messverfahren die Intention des Lichts genügt und kein Einsatz von ionisierender Strahlung erforderlich ist. Eine speziell angefertigte Spiegelkonstruktion (Abb. 3.1b und c) ermöglicht eine für kieferorthopädische Zwecke geeignete Aufnahme von Ohr zu Ohr. Mittels der dazugehörigen Software Slim (3DShape, Erlangen) erfolgt eine vollautomatische Triangulation, Verschmelzung und Nachbearbeitung der Messdaten. Die Messdaten liegen dann als Ergebnis der Flächenmodellierung als Dreiecksnetze vor und können dementsprechend visualisiert werden.

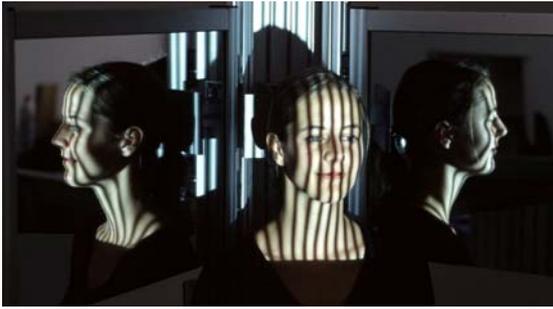


Abb. 3.2.: Streifenmusterprojektion des Sensors 3D Face Scan



Abb. 3.3. Spiegelkonstruktion

3.1.2. Symmetrieanalyse

Zur Bestimmung der Gesichtssymmetrieebene wurde von BENZ et al. (2006) eine Methode entwickelt, deren grundsätzliche Idee es war, die Symmetrieebene auf ein Registrierungsproblem zurückzuführen. Eine Symmetrieebene zeichnet sich dadurch aus, dass Original und Spiegelbild in ihrer räumlichen Lage übereinstimmen. Umgekehrt kann die Lage der Symmetrieebene dadurch festgelegt werden, dass man das Original mit einem zunächst durch Spiegelung an einer beliebigen Ebene erstellten Spiegelbild zur Deckung bringt. Das Standardverfahren, um zwei Oberflächen im dreidimensionalen Raum mit minimalem Abstand zueinander auszurichten, ist die sog. Registrierung, die aus Translation und Rotation des gespiegelten Koordinatensystems besteht.

In einem ersten Schritt wird das Dreiecksnetz des Originaldatensatzes an einer beliebigen Ebene gespiegelt (Abb. 3.4).

Darauf folgend werden dann der Originaldatensatz und sein Spiegelbild zueinander registriert. Diese Registrierung erfolgt in zwei Schritten: Zunächst werden beide Datensätze durch eine manuelle Grobregistrierung annähernd zur Deckung gebracht.

Danach folgt eine automatische Feinregistrierung basierend auf speziellen Iterated-Closest-Point-Algorithmen. Unter Iterated-Closest-Point-Algorithmen versteht man einen Algorithmus, der Punktwolken zusammenfügt. Wenn ein Objekt dreidimensional angetastet wird, entstehen Punktwolken, die so zusammengefügt werden, dass ein vollständiges Objekt entsteht.

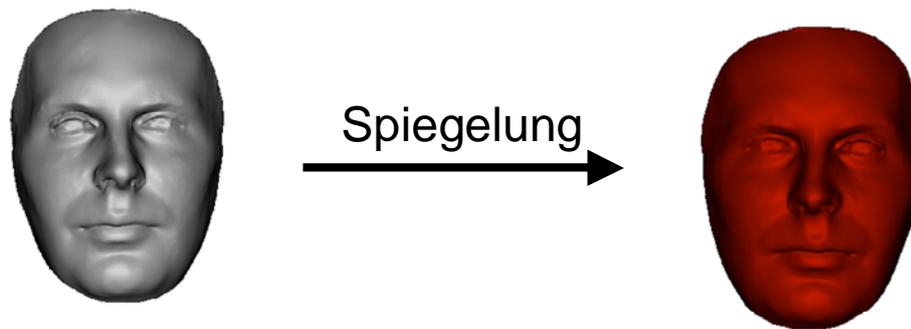


Abb. 3.4: Spiegelung des Originaldatensatzes an einer beliebigen Ebene.

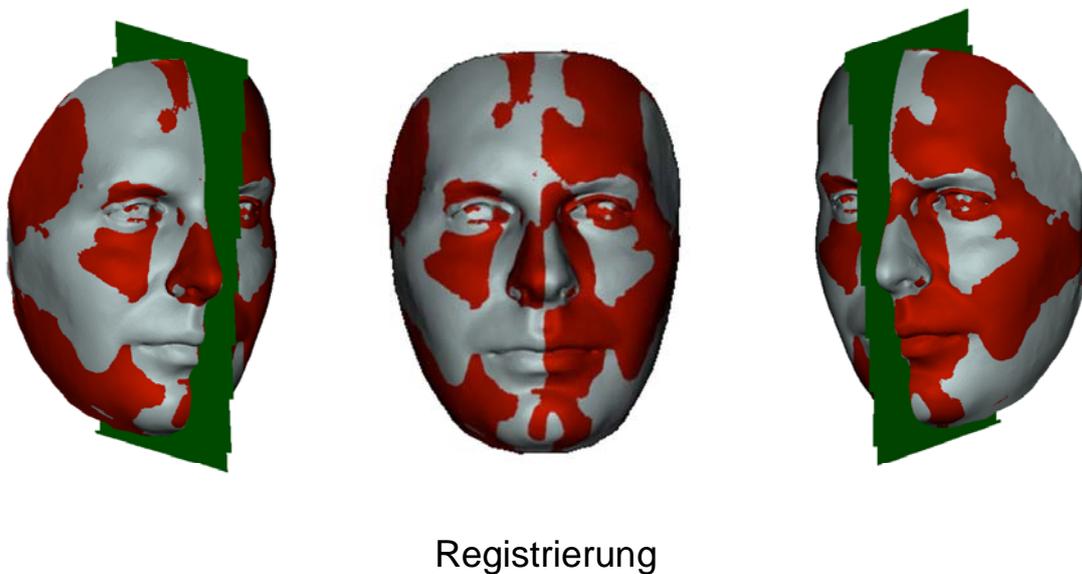


Abb. 3.5: Originaldatensatz und Spiegelbild werden zu Berechnung der Symmetrieebene zueinander registriert.

Nach der Registrierung erfolgt nun die Berechnung der Symmetrieebene. Diese wird anhand von assoziierten Punkten des Originaldatensatzes und des registrierten Spiegelbildes bestimmt. Zur Visualisierung des Registrierungsergebnisses werden die Abstände korrespondierender Punkte von Original und Spiegelbild den Bildpunkten als kodierter Farbwert zugeordnet. Der Vorteil gegenüber einem landmarkenbasierten Verfahren ist, dass zur Berechnung der Symmetrieebene zwischen 10000 und 16000 Punktpaare herangezogen werden. Durch einen Abstandsschwellenwert wird bei der Registrierung sichergestellt, dass nur die symmetrischen Anteile berücksichtigt werden.

Der Vergleich der Originaloberfläche mit ihrem Spiegelbild ermöglicht anhand der Abstandsberechnung somit eine Quantifizierung der Symmetrie (Abb. 3.5) Dabei wird für jedes Dreieck im Überlappbereich der beiden Oberflächen der Abstand zur anderen Oberfläche berechnet. Je nach lokaler Orientierung der Flächen wird der Abstand dann positiv oder negativ gewertet. Der mittlere absolute Abstand d_{abs} zwischen der Originaloberfläche und dem Spiegelbild wird aus allen lokalen Einzelabständen berechnet.

Je größer die Asymmetrie eines Gesichtes ist, umso höher ist auch der mittlere absolute Abstand d_{abs} , der folgend den Asymmetriegrad eines Gesichtes bezeichnet.

Mittlerer absoluter Abstand d_{abs} (mm) = Asymmetriegrad

Zur Visualisierung der Asymmetrie werden die Punktabstände farbkodiert dargestellt. Jedem Punkt des Originaldreiecksnetzes wird ein Farbwert entsprechend seines Abstandes zu seinem Spiegelbild zugewiesen (Abb. 3.6). Punkte, die außerhalb des Überlappungsbereichs liegen, werden schwarz, Punkte, deren absoluter Abstand zum Spiegelbild kleiner als ein Schwellenwert von 1mm ist, werden weiß dargestellt. Die Bereiche, in denen die

Originaloberfläche 1mm und mehr vor der gespiegelten Oberfläche liegen werden in der Farbkodierung grün bis blau, dahinter liegende gelb bis rot in den Abstufungen von jeweils 1mm dargestellt. Ab einem Abstand von 10 mm wird kein farblicher Unterschied mehr dargestellt.

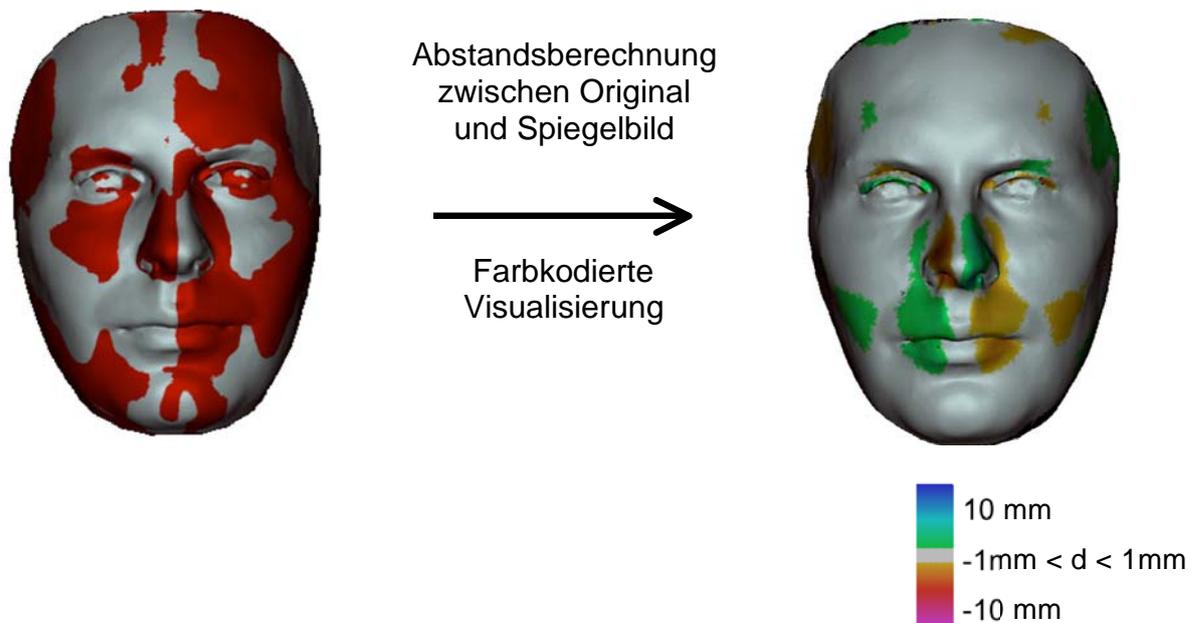


Abb. 3.6: Visualisierung der Abstände zwischen Originaldatensatz und Spiegelbild anhand einer farbkodierten Skala.

3.2 Material

3.2.1 Erstellen der virtuellen Gesichter aus 3D-Daten unter Verwendung der Software AMIRA

Die 3D-Gesichtsdaten eines männlichen Patienten mit harmonischen Gesichtszügen wurden mit dem optischen 3D-Sensor FaceScan3D (3D-Shape, Erlangen) erfasst.

Mit Hilfe der Software SLIM wurde der Datensatz trianguliert, verschmolzen und nachbearbeitet und die dazugehörige Symmetrieebene berechnet.

Mittels der berechneten Symmetrieebene wurde der Datensatz vertikal ausgerichtet. Unter Verwendung der Software AMIRA wurden durch selektive und graduelle Veränderungen von Nase, Philtrum, Lippen und Unterkiefer virtuelle Gesichter mit Asymmetrien unterschiedlicher Ausprägung kreiert (Abb. 3.7)

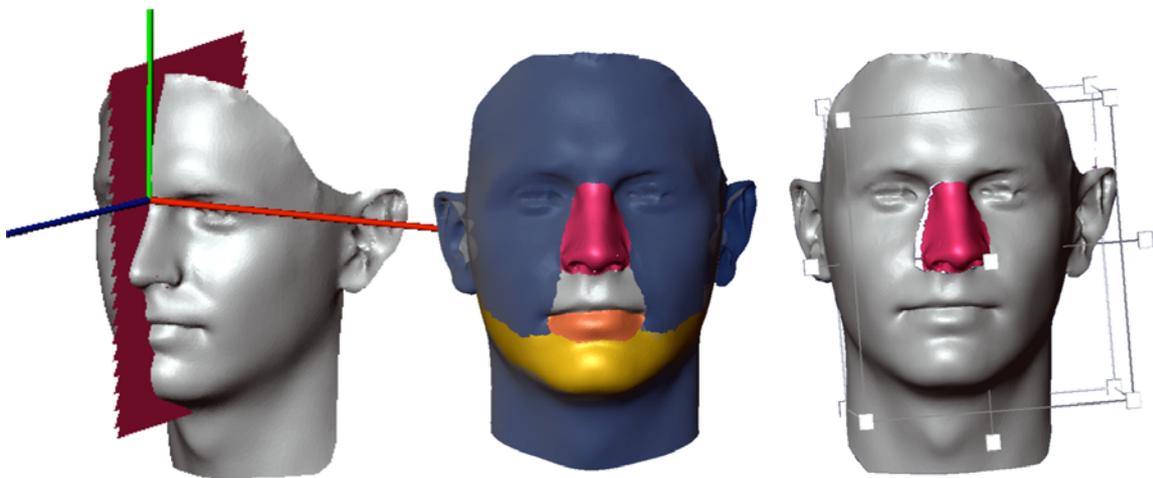


Abb. 3.7: Ausrichten des 3D-Datensatzes und graduelle Veränderung der einzelnen Gesichtsteile.

Um möglichst realistische, neue Gesichter zu erhalten, wurden die einzelnen Teile sowohl um die y-Achse, als auch um die z-Achse rotiert und in x-Richtung verschoben. Dabei wurden nicht nur die Nase bzw. der Unterkiefer als ganzes verschoben, sondern zusätzlich Teile der Wangen und des Halses, der Nasenwurzel, den Augenwinkeln und dem Untergesicht angeglichen.

Um reproduzierbar abgestufte Veränderungen zu erhalten, wurden die einzelnen Teile so verschoben, dass die Nasenspitze bzw. die Kinnmitte jeweils um 2mm, 4mm, 6mm und 8mm von der Gesichtsmitte entfernt wurden.

3.2.2 Teil 1 – Symmetrieanalyse

Im ersten Teil der Studie sollten die Gesichter nach ihrer Symmetrie beurteilt werden. Hierfür entstanden durch das Verschmelzen der Einzelteile neben dem unveränderten Gesicht (Abb. 3.8) acht Gesichter mit jeweils einem verschobenen Merkmal.

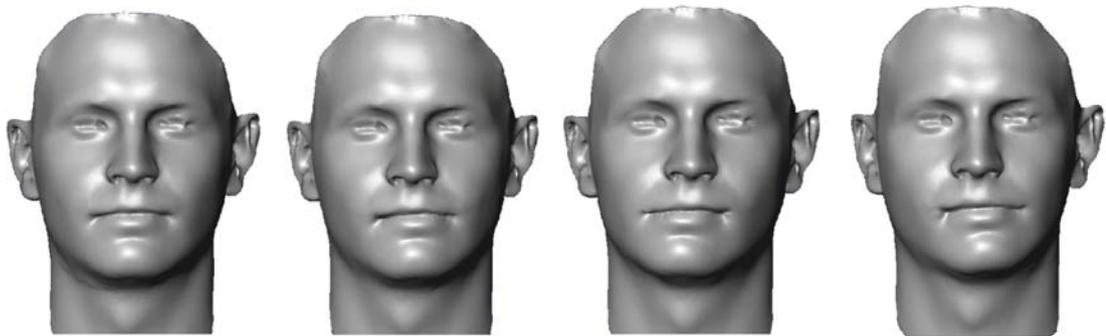
Bei diesen Gesichtern wich jeweils die Nasenspitze oder Kinnmitte in Schritten von 2 bis 8 mm nach rechts oder nach links ab (Abb. 3.9 und Abb. 3.10).

Die Beurteilergruppen bestanden aus 30 Kieferorthopäden, 30 Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen und 30 Laien. Aufgabe war, auf einer Skala von 1 bis 6 die Gesichter nach ihrer Symmetrie zu beurteilen.

Die Gesichter wurden zuerst als zweidimensionale Enface-Ansichten und folgend dreidimensional bewegt als Videos in randomisierter Reihenfolge präsentiert.



Abb. 3.8: Das unveränderte Gesicht



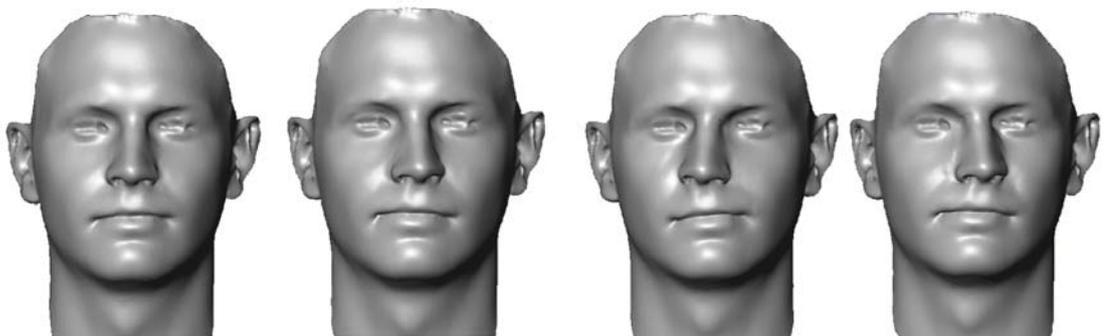
UK 2re

UK 4li

UK 6re

UK 8li

Abb. 3.9: Gesichter mit Kinnmitte 2mm nach rechts, 4mm nach links, 6mm nach rechts und 8mm nach links verschoben.



N 2re

N 4li

N 6re

N 8li

Abb. 3.10: Gesichter mit Nasenspitze 2mm nach rechts, 4mm nach links, 6mm nach rechts und 8mm nach links verschoben.

3.2.3 Teil 2 – Beurteilung der Attraktivität

Für den zweiten Teil der Studie wurden zusätzlich zum unveränderten Gesicht und zu den Gesichtern mit nur einem asymmetrischen Merkmal Chimären kreiert, bei denen beide Merkmale, d.h. Nase und Unterkiefer verändert wurden. So erhielt man neben dem Ursprungsbild Gesichter, bei denen entweder die Nase oder der Unterkiefer oder beides, einmal in dieselbe und einmal in entgegen gesetzter Richtung, um jeweils 6 mm verschoben wurden (Abb. 3.11). Die Attraktivitätsbeurteilung der Gesichter erfolgte anhand von Paarvergleichen, wobei jedes Gesicht mit jedem verglichen wurde. Die Beurteiler bestehend aus 30 Kieferorthopäden, 30 Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen und 30 Laien mussten entscheiden, ob sie Gesicht 1, 2 oder beide gleich attraktiv finden. Wie im ersten Teil der Studie wurden die Paarvergleiche zunächst zweidimensional als Enface-Ansicht und darauf folgend als dreidimensional bewegtes Video präsentiert.

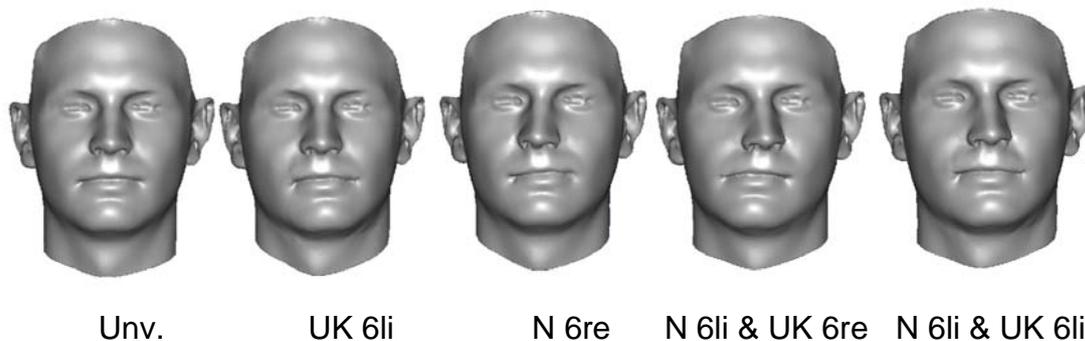


Abb. 3.11: Gesichter mit Kinnmitte um 6mm nach links, Nasenspitze um 6mm nach rechts, Nasenspitze 6mm nach links und Kinnmitte 6mm nach rechts, Nasenspitze und Kinnmitte 6mm nach links verschoben.

3.2.4 Berechnung des Symmetrieebene der virtuellen Gesichter

Zur Bestimmung der Gesichtssymmetrieebene der virtuell kreierte Gesichter wurde die von BENZ et al. (2006) entwickelte Methode (siehe 3.1.2) herangezogen. Mit Hilfe der Symmetrieebene konnten die Datensätze jeweils vertikal ausgerichtet werden.

3.3 Erstellen der Präsentationen der virtuellen Gesichter – 2D und 3D bewegt

3.3.1 Teil 1 – Beurteilung der Symmetrie

Im ersten Teil sollten die Betrachter auf einer Skala von 1 bis 6 die einzelnen Gesichter bezüglich ihrer Symmetrie bewerten (Abb.3.12 und 3.13).

Zu diesem Zweck wurden Gesichter präsentiert, bei denen die Nase beziehungsweise der Unterkiefer in Schritten von 2 bis 8 mm nach rechts und nach links verschoben wurden (Abb. 3.9 und 3.10).

Vor der Präsentation der zu bewertenden Gesichter wurde zunächst das unveränderte Gesicht gezeigt. Zunächst wurden die Gesichter als zweidimensionale Enface-Ansichten, daraufhin dreidimensional bewegt in randomisierter Reihenfolge präsentiert.

Für die Präsentation der zweidimensionalen Enface-Ansichten wurde mittels MICROSOFT Office Powerpoint eine Präsentation erstellt.

Die Einstellungen für die Präsentation wurden so gewählt, dass jeder Beurteiler pro Bild 5 Sekunden Zeit für die Bewertung zur Verfügung hatten.

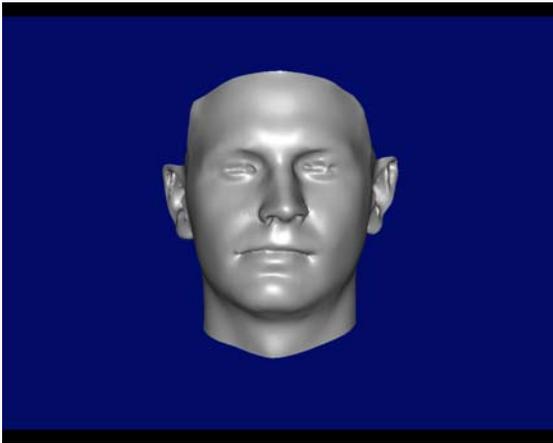


Abb. 3.12 Präsentation Enface-Ansicht

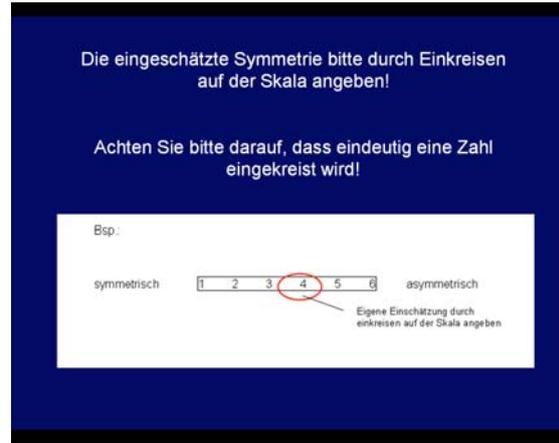


Abb. 3.13 Symmetriebewertung

Die Präsentation der dreidimensional bewegten Gesichter erfolgte als Video in randomisierter Reihenfolge. Die Gesichter rotierten hierbei aus der Enface-Ansicht um ihre y-Achse zunächst um 90° nach links, danach um 180° nach rechts und wiederum um 90° nach links, um wieder in der Enface-Ansicht zu enden (Abb. 3.14). Die Dauer der Präsentation jedes Gesichtes betrug 18 Sekunden.

Unter Verwendung der Software Microsoft xp Movie Maker wurden die einzelnen Präsentationen aneinander gereiht, um ein einheitliches Video zur Gesamtpräsentation zu erhalten.

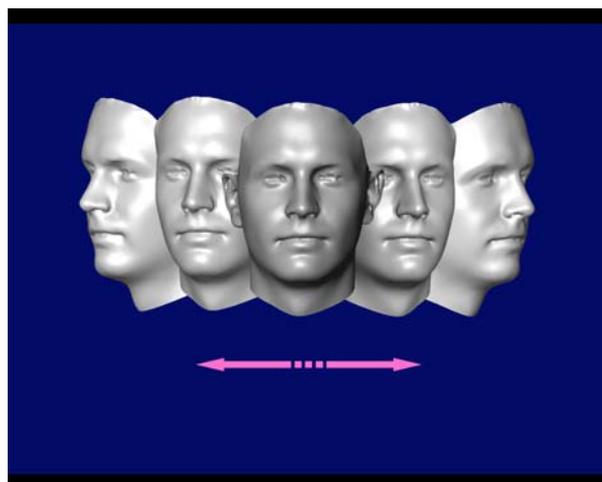


Abb. 3.14: Dreidimensional bewegte Präsentation der Gesichter

3.3.2 Teil 2 – Beurteilung der Attraktivität

Im zweiten Teil erfolgte die Attraktivitätseinschätzung der Gesichter anhand von Paarvergleichen, wobei sich die Beurteiler entscheiden mussten, ob sie Gesicht 1 oder 2 oder beide Gesichter gleich attraktiv empfinden (Abb.3.15 und 3.16).

Hierbei wurde dasselbe Bildmaterial wie bei der Symmetriebeurteilung in Teil 1 verwandt und jedes Gesicht mit jedem verglichen.

Erneut wurden die Gesichter sowohl als zweidimensionale Enface-Ansichten und als auch dreidimensional bewegt als Videos in randomisierter Reihenfolge präsentiert.

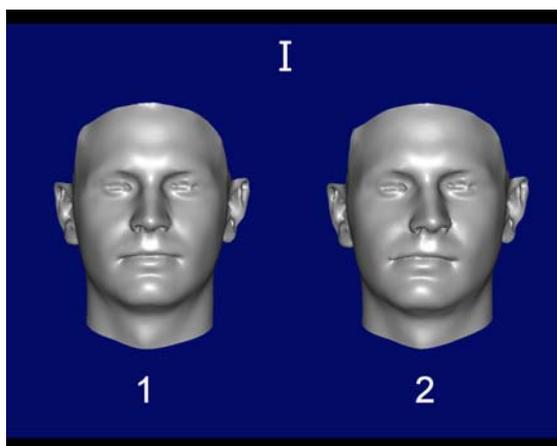


Abb. 3.15: Paarvergleich zweier Gesichter

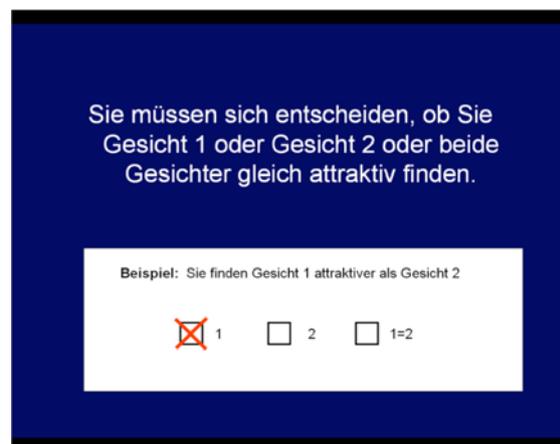


Abb. 3.16: Bewertung der Attraktivität

3.4 Statistische Datenverarbeitung

Zur Verwaltung und Auswertung der Daten wurden sowohl für Teil 1 als auch für Teil 2 der Studie Microsoft-Excel-Datenbanken angelegt. Die statistische Berechnung erfolgte mit Hilfe von Microsoft Office Excel und SPSS für Windows 12.0.2.

Folgende statistischen Tests fanden Anwendung:

Test	Anwendungsgebiet
Multivariate Varianzanalyse mit Messwiederholungen	Mit Hilfe der multivariaten Varianzanalyse wurde geprüft, ob sich die Stichproben hinsichtlich ihrer Mittelwerte nur zufällig oder signifikant unterscheiden. Bei einer multivariaten Varianzanalyse werden mindestens 2 Variablen geprüft.
Mauchly-Test auf Sphärizität	Prüft die Nullhypothese, dass sich die Fehlerkovarianz-Matrix der orthonormalisierten transformierten abhängigen Variablen proportional zur Einheitsmatrix verhält.

Häufigkeiten wurden sowohl als absolute Häufigkeit als auch in Form von Quotienten (%) als relative Häufigkeit angegeben. Zusätzlich wurde im Teil 1 die Häufigkeit als Zahl in Form einer Rangfolge (Rang 1. bis 5.) bestimmt. Die statistischen Analysen wurden durch das Rechenzentrum der Universität Würzburg unterstützt.

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse Teil 1 – Symmetrieanalyse

4.1.1 Beurteilung der Nasenasymmetrien

Alle drei Beurteilergruppen (Kieferorthopäden, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen, Laien) stuften bereits Gesichter mit Abweichungen der Nasenspitze von 2mm als nicht völlig symmetrisch ein (Tab. 4.1.1a).

Tab. 4.1.1 a): Bewertung der Asymmetrie von Gesichtern mit Abweichungen der Nasenspitze (2-8 mm) auf einer Skala von 1 bis 6 durch die drei Beurteilergruppen Kieferorthopäden, Mund-, Kiefer, Gesichtschirurgen und Laien bei zweidimensionaler (2D) und dreidimensional bewegter (3D) Betrachtungsweise.

2D	N 2re	N 4li	N 6re	N 8li
KFO	1,60	4,33	3,63	5,20
MKG	2,03	4,37	4,03	5,30
Laien	1,87	4,23	3,93	5,20
Gesamt	1,83	4,31	3,87	5,23

3D	N 2re	N 4li	N 6re	N 8li
KFO	1,69	3,97	4,37	4,60
MKG	1,97	3,53	4,17	4,30
Laien	2,20	3,53	4,50	4,10
Gesamt	1,94	3,68	4,34	4,33

Das Gesicht, in dem die Nase um 4mm nach links verschoben wurde, wurde von allen Beurteilergruppen unabhängig von ihrer Präsentationsart (zweidimensional oder dreidimensional bewegt) als deutlich asymmetrischer eingestuft ($p < 0,000$) als das Gesicht mit der um 2mm nach rechts verschobenen Nase (Abb.4.1.1a)

Symmetrie

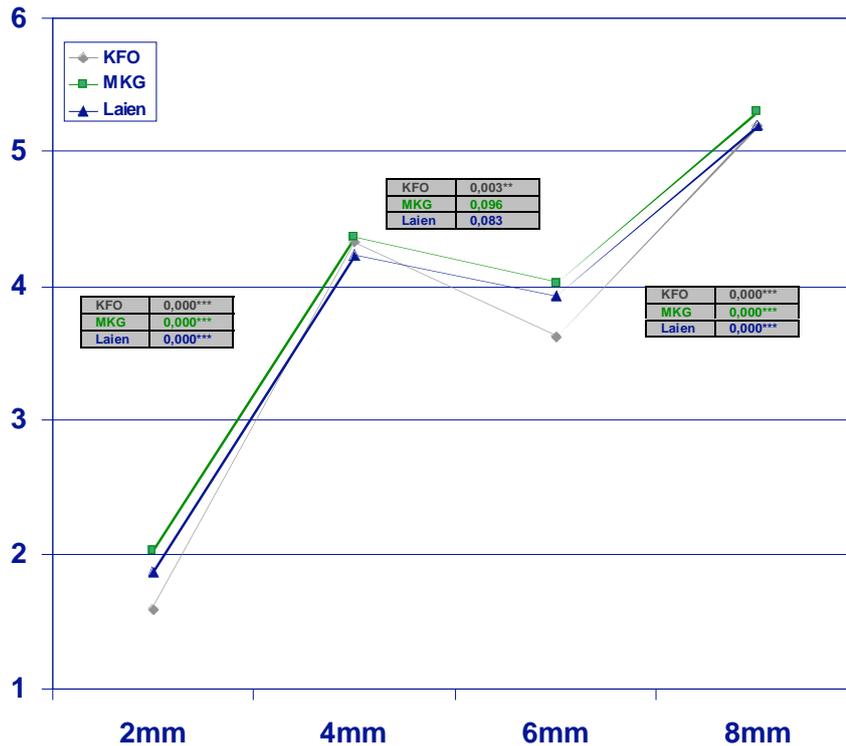


Abb. 4.1.1 a): Bewertung der Asymmetrie der Gesichter mit Verschiebung der Nase in mm (x-Achse) anhand einer Skala von 1 bis 6 (y-Achse) durch die drei Beurteilergruppen (Kieferorthopäden, MKG-Chirurgen und Laien) bei zweidimensionaler Betrachtungsweise

Die Kieferorthopäden stufen das Gesicht mit einer Abweichung der Nase um 6 mm nach rechts bei zweidimensionaler Betrachtung als deutlich symmetrischer ein als das Gesicht mit der Abweichung der Nase um 4 mm nach links.

Bei dreidimensional bewegter Betrachtung stufen die Kieferorthopäden und Laien das Gesicht mit der Abweichung um 6 mm nach rechts als deutlich asymmetrischer ein als das Gesicht mit der Abweichung um 4 mm nach links (Abb. 4.1.3a).

Das Gesicht mit einer Nasenabweichung um 8 mm nach links wurde bei zweidimensionaler Betrachtung von allen Beurteilergruppen als signifikant asymmetrischer ($p < 0,000$) eingestuft.

Bei dreidimensional bewegter Betrachtung hingegen konnten Kieferorthopäden und der MKG-Chirurgen keinen Unterschied zwischen einer Abweichung der Nasenspitze von 6 mm nach rechts und 8 mm nach links erkennen. Die Laien das Gesicht bewerteten sogar die Abweichung der Nase von 8mm nach links als deutlich symmetrischer als eine Nasenabweichung von 6 mm nach rechts.

Symmetrie

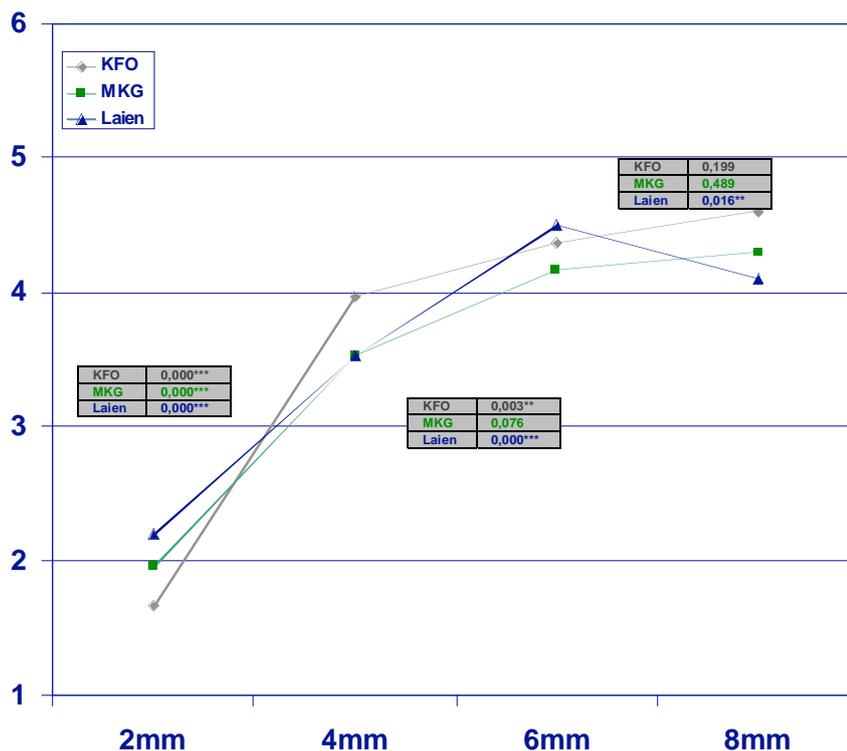


Abb. 4.1.1 b): Bewertung der Asymmetrie der Gesichter mit Verschiebung der Nase in mm (x-Achse) anhand einer Skala von 1 bis 6 (y-Achse) durch die drei Beurteilergruppen (Kieferorthopäden, MKG-Chirurgen und Laien) bei dreidimensionaler Betrachtungsweise.

4.1.2 Beurteilung der Unterkieferasymmetrien

Ebenfalls wurden bereits Gesichter mit einer Abweichung der Kinnmitte um 2mm als asymmetrisch eingeschätzt (Tab.4.1.2a). Bei der zweidimensionalen Betrachtung sahen die Kieferorthopäden keinen Unterschied zwischen 2 und 4 mm-Abweichungen (Abb. 4.1.2 a).

Tab. 4.1.1 a): Bewertung der Asymmetrie bei Gesichtern mit einer Abweichung der Kinnmitte auf einer Skala von 1 bis 6 durch die drei Beurteilergruppen Kieferorthopäden, Mund-, Kiefer, Gesichtschirurgen und Laien bei zweidimensionaler (2D) und dreidimensional bewegter (3D) Betrachtungsweise.

2D	UK 2re	UK 4li	UK 6re	UK 8li
KFO	2,20	2,03	3,17	3,73
MKG	2,40	1,63	3,40	3,33
Laien	2,17	1,73	32,0	3,17
Gesamt	2,26	1,80	3,26	3,41

3D	UK 2re	UK 4li	UK 6re	UK 8li
KFO	2,03	2,47	3,23	3,57
MKG	2,00	2,63	3,30	3,17
Laien	2,33	2,50	3,43	3,37
Gesamt	2,12	2,53	3,32	3,37

MKG-Chirurgen und Laien stufen das Gesicht mit Abweichung der Kinnmitte von 4 mm nach links als signifikant symmetrischer ein, als das Gesicht mit einer Abweichung des Unterkiefers um 2mm nach rechts. Bei der dreidimensional bewegten Betrachtung derselben Gesichter erkannten Kieferorthopäden und MKG-Chirurgen im Gegensatz zu den Laien die Zunahme der Asymmetrie (Abb. 4.1.2.b).

Das Gesicht mit Abweichung der Kinnmitte um 6mm nach rechts wurde von allen drei Beurteilergruppen als signifikant asymmetrischer ($p < 0,000$) bewertet als das mit einer Abweichung von 4mm nach links sowohl bei zweidimensionaler als auch bei dreidimensional bewegter Betrachtungsweise. Das Gesicht mit einer Abweichung der Kinnmitte um 8mm nach links wurde nur von der Gruppe der Kieferorthopäden bei zweidimensionaler signifikant asymmetrischer und bei dreidimensional bewegter Betrachtungsweise als deutlich asymmetrischer bewertet. MKG-Chirurgen und Laien sahen hingegen bei keiner der beiden Betrachtungsweisen einen signifikanten Unterschied zum Gesicht mit der Abweichung der Kinnmitte um 6mm nach rechts.

Symmetrie

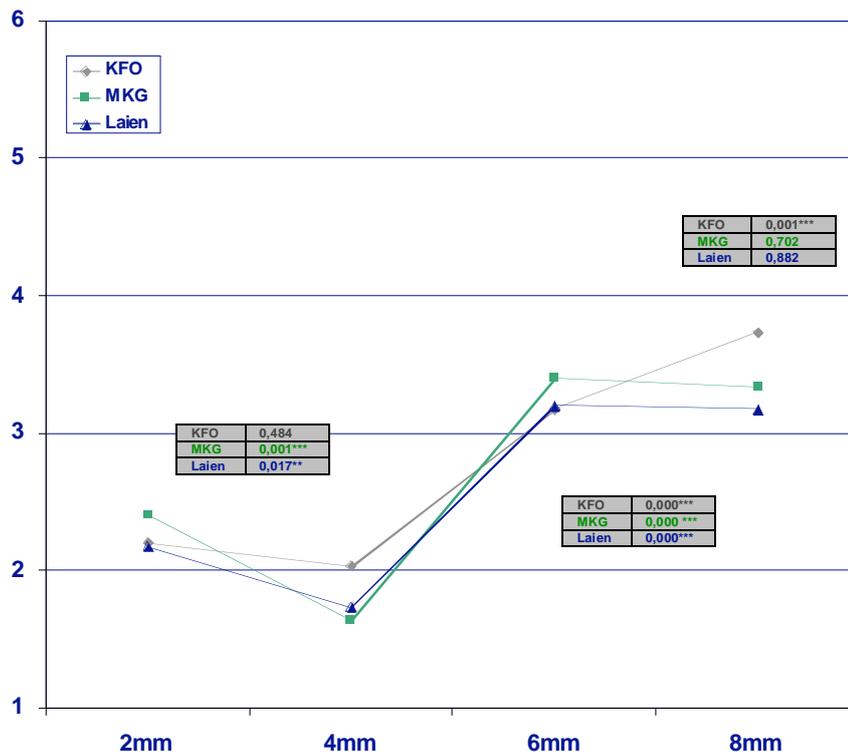


Abb. 4.1.2 a): Bewertung der Asymmetrie der Gesichter mit Verschiebung der Kinnmitte in mm (x-Achse) anhand einer Skala von 1 bis 6 (y-Achse) durch die drei Beurteilergruppen (Kieferorthopäden, MKG-Chirurgen und Laien) bei zweidimensionaler Betrachtungsweise.

Symmetrie

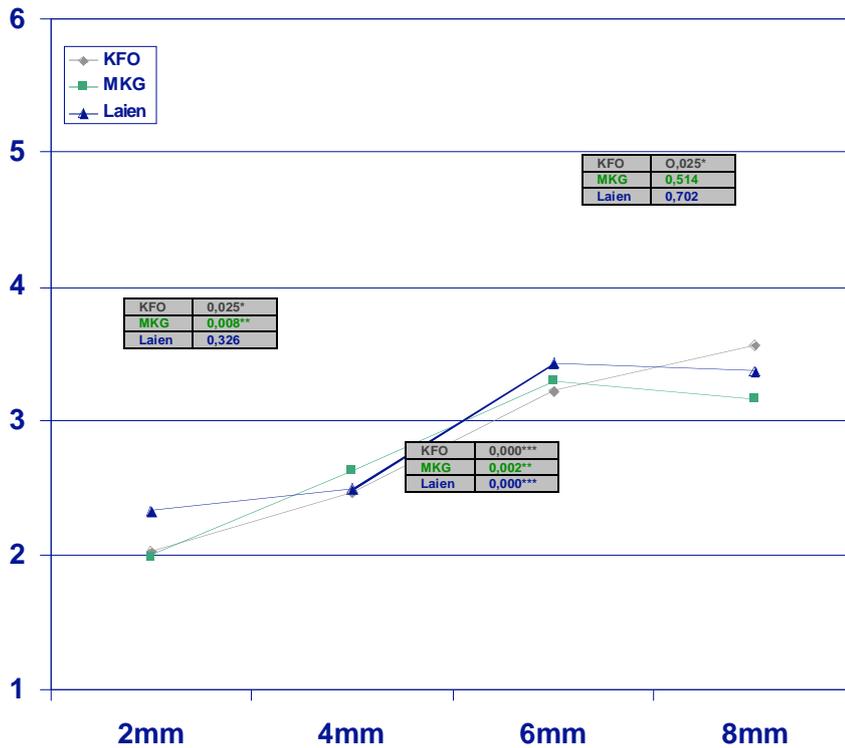


Abb. 4.1.2 b): Bewertung der Asymmetrie der Gesichter mit Verschiebung der Kinnmitte in mm (x-Achse) anhand einer Skala von 1 bis 6 (y-Achse) durch die drei Beurteilergruppen (Kieferorthopäden, MKG-Chirurgen und Laien) bei dreidimensionaler Betrachtungsweise.

Insgesamt wurden jedoch Abweichungen des Unterkiefers von 4 mm bis 8 mm sowohl in der zwei- als auch dreidimensionalen Betrachtungsweise als geringer asymmetrisch eingestuft als gleich große Abweichungen der Nasenspitze (Abb. 4.1.1c, Abb. 4.1.1d).

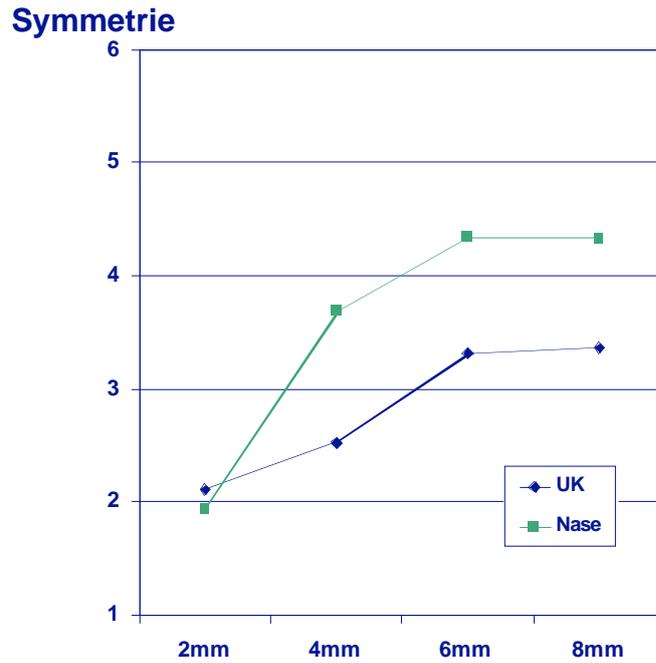


Abb. 4.1.1 c): Durchschnittliche Bewertung der Asymmetrie der Gesichter bei Nasen- und Kinmmittenabweichungen von 2-8mm bei der zweidimensionalen Betrachtungsweise.

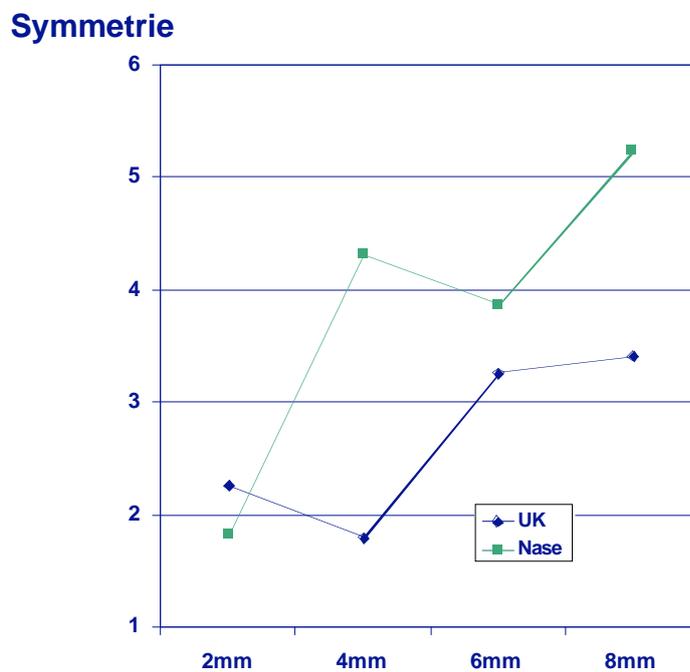


Abb. 4.1.1 d): Durchschnittliche Bewertung der Asymmetrie der Gesichter bei Nasen- und Kinmmittenabweichungen von 2-8 mm bei der dreidimensionalen Betrachtungsweise.

4.2 Ergebnisse Teil 2 – Attraktivitätsbeurteilung

Die Häufigkeitsverteilung der positiven Bewertungen „Gesicht attraktiver“ zeigte eine große Homogenität (Abb. 4.2.1 a).

Das unveränderte Gesicht wurde am häufigsten als das attraktivere bewertet. Das Gesicht mit gegenläufiger Abweichung von Nase und Unterkiefer (N6li&UK6re) wurde am negativsten beurteilt. Das Gesicht mit der asymmetrischen Nase (N6re) wurde deutlich schlechter bewertet als jenes mit gleich großer Abweichung des Unterkiefers (UK6li).

Sind Nase und Unterkiefer in dieselbe Richtung verschoben, wird dieses Gesicht positiver beurteilt als eine alleinige Abweichung der Nase nach rechts.

Auch bezüglich der Rangfolge der Gesichter hinsichtlich ihrer Attraktivität ergab sich eine hohe Übereinstimmung zwischen den jeweiligen Beurteilergruppen der Kieferorthopäden, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen und Laien. Das Gesicht mit der gegenläufigen Verschiebung von Nase und Kinnmitte (N6li&UK6re) wurde von allen Beurteilergruppen als das am wenigsten attraktive eingeschätzt, das unveränderte Gesicht wurde als das attraktivste betrachtet.

Tab. 4.2.1 a): Bewertung des Gesichter nach ihrer Attraktivität und Rangfolge der Gesichter anhand der positiven Bewertungen „Gesicht attraktiver“.

Gesichter	Unv.	UK 6li	N&UK6li	N 6re	N6li&UK6re
					
Rangfolge 2D	1.	2.	3.	4.	5.
Rangfolge 3D	1.	3.	2.	4.	5.

Bei zweidimensionaler Betrachtungsweise ergab sich eine vollkommene Übereinstimmung der Beurteilergruppen bezüglich der positiven Bewertungen und daraus folgend auch der Reihenfolge der Gesichter (Tab. 4.2.1b und 4.2.1b).

Tab. 4.2.1 b): Prozentualer Anteil der positiven Bewertungen „Gesicht attraktiver“ bei zweidimensionaler Betrachtungsweise unterschieden nach den drei Beurteilergruppen Kieferorthopäden (KFO), Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen (MKG) und Laien.

<u>2D</u> Positive Bewertungen (%)	Unv.	UK6li	N&UK6li	N6re	N6li&UK6re
KFO	98%	61%	44%	29%	5%
MKG	94%	66%	31%	18%	0%
Laien	89%	63%	39%	26%	8%
Gesamt	92%	63%	38%	24%	5%

Tab. 4.1.2 b): Rangfolge der Gesichter bei zweidimensionaler Betrachtungsweise unterschieden nach den drei Beurteilergruppen Kieferorthopäden (KFO), Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen (MKG) und Laien.

<u>2D</u> Rangfolgen	Unv.	UK6li	N&UK6li	N6re	N6li&UK6re
KFO	1.	2.	3.	4.	5.
MKG	1.	2.	3.	4.	5.
Laien	1.	2.	3.	4.	5.
Gesamt	1.	2.	3.	4.	5.

Bei dreidimensional bewegter Betrachtungsweise ergab sich ebenfalls eine große Übereinstimmung der Beurteilergruppen bezüglich der positiven Bewertungen und daraus folgend der Rangfolge der Gesichter. (Tab. 4.2.2c und 4.2.2d)

Tab. 4.2.2 c): Prozentualer Anteil der positiven Bewertungen „Gesicht attraktiver“ bei dreidimensional bewegter Betrachtungsweise unterschieden nach den drei Beurteilergruppen Kieferorthopäden (KFO), Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen (MKG) und Laien.

<u>3D</u> Positive Bewertungen (%)	Unv.	UK6li	N&UK6li	N6re	N6li&UK6re
KFO	78%	35%	61%	18%	4%
MKG	81%	49%	59%	19%	3%
Laien	83%	51%	59%	13%	6%
Gesamt	81%	49%	60%	16%	5%

Tab. 4.2.2 d): Rangfolge der Gesichter bei dreidimensional bewegter Betrachtungsweise unterschieden nach den drei Beurteilergruppen Kieferorthopäden (KFO), Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen (MKG) und Laien.

<u>3D</u> Rangfolgen	Unv.	UK6li	N&UK6li	N6re	N6li&UK6re
KFO	1.	3.	2.	4.	5.
MKG	1.	3.	2.	4.	5.
Laien	1.	3.	2.	4.	5.
Gesamt	1.	3.	2.	4.	5.

5. Diskussion

Das Ziel dieser vorliegenden Studie war es, die individuelle Wahrnehmung und Beurteilung verschiedener Gesichtsasymmetrien durch Kieferorthopäden, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen und Laien zu untersuchen. Dabei sollen grundsätzlich geklärt werden, welche Asymmetriestufen als ästhetisch störend empfunden und ab welchem Grad Abweichungen von Nase und Unterkiefer dem Betrachter auffallen. Darüber hinaus sollte geklärt werden, ob die Art der Betrachtung – zweidimensional als Enface-Ansicht oder dreidimensional bewegt als Video – die Bewertung beeinflusst.

5.1 Diskussion Material und Methode

Mit Hilfe des SensorFaceScan3D ist es eine dreidimensionale Erfassung von Gesichtern bei berührungsloser Datenaquisition bei hoher Auflösung ohne den Einsatz von ionisierender Strahlung möglich. Mit der zugehörigen Software Slim 3D und der von Benz et al. entwickelten Methode lässt sich die Gesichtssymmetrieebene problemlos bestimmen und der Datensatz für weitere Anwendungen vertikal ausrichten. Die Symmetrieebenenbestimmung hilft damit einen Symmetriegrad für die erstellten Gesichter zu objektivieren (Benz. et al. 2002). Vorteile dieser Methode ist ihre Reproduzierbarkeit und die Möglichkeit der farbkodierten Visualisierung von asymmetrischen Gesichtsbereichen. Somit liefert dieses Verfahren eine wesentlich präzisere Analyse der Gesichtsasymmetrien als die bislang routinemäßig eingesetzte Auswertung zweidimensionaler Fotografien (Hartmann et al. 2007).

5.2 Diskussion Teil 1 – Symmetrievergleich

5.2.1 Nasenasymmetrien

Die durchschnittliche Einstufung der Nasenasymmetrien von 4mm (N 4li) war bereits deutlich höher als für das Gesicht mit einer Abweichung des Unterkiefers um 8mm (UK 8li). Wie in der Studie von Andretto et al. (2007) beschrieben, fallen Abweichungen bzw. Deformationen der Nase durch ihre zentrale Position im Gesicht und die längliche Form des Nasenrückens stärker in Gewicht als Abweichungen anderer Gesichtsstrukturen.

Kokich et al. (2005) stellten in ihrer Studie über dentale Abweichungen fest, dass beispielsweise eine Abweichung der Angulation der Frontzähne vom Betrachter als störender empfunden wird, als eine reine Translation der Mittellinie. Auf unsere Studie bezogen hat eine Verschiebung der Nasenspitze gleichzeitig eine Angulationsänderung des Nasenrückens zur Folge. Dies bedeutet, dass es zu einer Winkeldiskordanz zwischen der Gesichtsmedianen und der Gerade durch die Nase kommt, welche vom Betrachter als deutlich störend empfunden wird.

In der vorliegenden Studie wurden bei zweidimensionaler Betrachtungsweise die Abweichungen der Nase nach links als asymmetrischer bewertet als Abweichungen nach rechts. Das Gesicht N 4li wurde von allen drei Beurteilergruppen als deutlich asymmetrischer als die Abweichung um 2mm nach rechts und von der Beurteilergruppe KFO signifikant asymmetrischer eingestuft als das Gesicht N 6re. Eine mögliche Erklärung findet sich hierbei wieder in den Studien von Güntürkün (2008). Gesunde Menschen richten demzufolge ihre Aufmerksamkeit tendenziell mehr auf ihr linkes Gesichtsfeld. Somit wird die rechte Gesichtshälfte des Gegenübers stärker fokussiert als dessen linke Gesichtshälfte. Bei Gesichtern mit einer Abweichung der Nase nach links fehlt in der rechten, mehr fokussierten Gesichtshälfte ein Großteil der Nase. Nasenspitze und Nasenrücken liegen bei diesen Gesichtern mit einer

Abweichung der Nase nach links fast vollständig in der linken Gesichtshälfte. Die fehlende Struktur entlang der gedachten Gesichtsmedianen scheint den Betrachter stärker zu stören als das Ausmaß der Abweichung an sich.

Im Gegensatz dazu wurden bei der dreidimensional bewegten Betrachtungsweise die Abweichungen entsprechend ihres Ausmaßes kontinuierlicher bewertet.

Bei bewegten Bildern ist die Blickorientierung entlang einer gedachten Linie, im Falle von Gesichtern entlang der Schädelmedianen nicht gegeben. Sowohl die linke als auch die rechte Gesichtshälfte werden dem Betrachter durch die Rotation gleich häufig in seinem linken Gesichtsfeld präsentiert. Dadurch scheinen die linke und die rechte Gesichtshälfte der rotierenden Gesichter bei der dreidimensional bewegten Präsentationsart gleich stark fokussiert zu werden.

Die stärkere Konzentration auf das linke Gesichtsfeld des Betrachters fällt somit bei bewegten Gesichtern weniger stark ins Gewicht, so dass sich der Betrachter bei den dreidimensional bewegten Videos nur das Ausmaß der Abweichung, jedoch nicht auf die Richtung, in welche Unterkiefer oder Nase abweichen, konzentrieren konnte.

5.2.2 Unterkieferasymmetrien

Bei den Unterkieferasymmetrien fällt auf, dass Abweichungen des Unterkiefers nach rechts und nach links unterschiedlich bewertet werden. Die Gruppe der Kieferorthopäden erkannte zwischen dem Gesicht UK 2re und dem Gesicht UK 4li keine Zunahme der Asymmetrie. Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen und Laien sahen sogar im Gesicht UK 4li im Vergleich zu UK 2re eine Abnahme der Asymmetrie. Das Gesicht UK 6re wurde von allen Beurteilergruppen als deutlich asymmetrischer bewertet, wobei das Gesicht UK 8li nur den Kieferorthopäden als deutlich asymmetrischer erschien. Eine Erklärung hierfür findet sich in der Studie von Güntürkün (2008), wonach Menschen ihre

Aufmerksamkeit tendenziell auf die linke Hälfte ihres Gesichtsfeldes richten. Stellt man gesunde Menschen vor die Aufgabe, auf einem Blatt mit sehr vielen in Reihen platzierten Buchstaben nur die E's und R's anzustreichen, so wählen sie häufiger die Zielbuchstaben auf der linken Seite aus und übersehen häufig Zielbuchstaben auf der rechten Seite. Die Aufmerksamkeit richtet sich dabei demnach eher nach links, ein Phänomen, welches auch als Pseudoneglect bezeichnet wird. Optische Eindrücke, die mit dem linken Auge wahrgenommen werden, werden von der rechten Gehirnhälfte verarbeitet. Ist die rechte Gehirnhälfte beispielsweise beschädigt, so haben Betroffene weit größere Schwierigkeiten sich zu orientieren als nach einer Schädigung der linken Gehirnhälfte.

Diese Studie liefert somit eine Erklärung, weshalb Abweichungen des Unterkiefers nach rechts als stärker asymmetrisch wahrgenommen werden als gleich große oder sogar ausgeprägtere Asymmetrien nach links. Die rechte Gesichtshälfte der kreierten Gesichter liegt im linken Gesichtsfeld der Betrachter, auf das sich der Betrachter stärker konzentriert.

Bei der dreidimensional bewegten Betrachtungsweise ist die Beurteilung der Unterkieferasymmetrien hingegen mit dem Ausprägungsgrad in allen drei Beurteilergruppen insgesamt sehr kontinuierlich.

Dies steht im Widerspruch zur Studie von Todd et al (2005), in der untersucht wurde, inwieweit Attraktivitätsbeurteilung von Patienten mit unterschiedlichen skelettalen Klassen von der Dimensionalität abhängt. Dieser kommt zu dem Ergebnis, dass die Betrachtungsweise, zweidimensionale Enface-Ansichten oder dreidimensional bewegte Bilder, keinen Einfluss auf die Beurteilung haben. Eine Erklärung hierfür wäre wiederum, dass bei bewegten Bildern die Orientierung an einer gedachten Linie durch die in der Gesichtsmedianen angeordneten Strukturen deutlich herabgesetzt ist und eine Fokussierung auf das linke Gesichtsfeld schwieriger zu sein scheint als bei zweidimensionalen Enface-Aufnahmen. Dadurch werden die Abweichungen des Unterkiefers nach rechts nicht negativer bewertet als die Abweichungen nach links.

5.2.3 Beurteilergruppen im Vergleich

Bei der Beurteilung der Unterkieferasymmetrien erkannte die Beurteilergruppe der Kieferorthopäden sowohl bei zweidimensionaler als auch bei dreidimensional bewegter Betrachtungsweise eine Zunahme der Asymmetrie. Die Gruppe der Mund-, Kiefer- Gesichtschirurgen und die Gruppe der Laien beurteilten eine Zunahme der Asymmetrie oftmals gegenläufig. Kokich begründete diese Entwicklung in seiner Studie (2005) damit, dass Kieferorthopäden in ihren therapeutischen Überlegungen eher auf eine Abweichung des Unterkiefers achten als Laien oder Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgen. Durch ihr geschultes Auge fallen dem Kieferorthopäden Abweichungen des Unterkiefers daher schneller auf.

Abweichungen der Nase wurden im Allgemeinen einheitlicher eingestuft. Ähnlich wie bei Kokich et al. (2005) wird hier die Abweichung der Angulation des Nasenrückens für alle Betrachter als deutlich störender empfunden, als Abweichungen des Unterkiefers.

5.3 Diskussion Teil 2 – Ergebnisse Attraktivitätsvergleich

Die Häufigkeitsverteilung der positiven Bewertungen „Gesicht attraktiver“ zeigte wie im Ergebnisteil dargelegt eine große Homogenität. Bezüglich der Attraktivitätseinschätzung gab es keinen Unterschied zwischen den drei Beurteilergruppen. Das Gesicht mit der asymmetrischen Nase wurde deutlich schlechter bewertet als das mit einer gleichgroßen Abweichung der Kinnmitte. Offensichtlich fallen zur Gesichtsmittellinie divergierende Asymmetrien der Nase durch deren zentrale Position und die Form des länglichen Nasenrückens stärker ins Gewicht. Das unveränderte und somit symmetrischste Gesicht wurde sowohl bei zweidimensionaler als auch bei dreidimensional bewegter Betrachtung am attraktivsten bewertet.

Der Einfluss der Symmetrie auf die Attraktivität des menschlichen Gesichtes wurde in verschiedenen Studien untersucht. Die Studien von Grammer und Thornhill (1994) und Rhodes (2007) belegen, dass der Grad der Symmetrie eines Gesichtes mit der Einschätzung der Attraktivität eines Gesichtes korreliert. Dies stimmt mit den Ergebnissen der Attraktivitätseinschätzung in der vorliegenden Studie überein. Dem gegenüber stehen die Thesen von Braun et al (2000) und Gangestad et al. (1999), dass geringfügige Asymmetrien die Attraktivität eines Gesichtes durchaus steigern können. Die umfangreichen Untersuchungen von Braun et al. (2000) in seiner Untersuchung „Beautycheck. Ursachen und Folgen von Attraktivität“ zeigen jedoch auch, dass Gesichter mit starken Asymmetrien als unattraktiv gelten. Dies deckt sich mit der vorliegenden Untersuchung, wobei das Gesicht der gegenläufigen Abweichung von Nase und Unterkiefer bei beiden Betrachtungsweisen den letzten Rang erhielt.

Auch zwischen den Präsentationsarten traten in der Häufigkeitsverteilung und Rangfolge nur geringfügige Unterschiede auf. Lediglich Rang 2 (UK 6li) und Rang 3 (N & UK 6li) sind zwischen zweidimensionaler und dreidimensional bewegter Präsentation unterschiedlich. Die Studie von Todd et al. (2005) kommt zu dem Schluss, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Bewertung von fazialer Attraktivität abhängig von zwei- oder dreidimensionaler Präsentationsart gibt. Bei der Enface-Betrachtung orientiert sich der Beurteiler automatisch an einer gedachten Linie durch die in der Gesichtsmedianen angeordneten Gesichtsstrukturen. Diese Orientierungsmöglichkeit scheint bei bewegten Bildern deutlich herabgesetzt zu sein, so dass Bilder mit gleichzeitig abweichender Nasenspitze und Kinn einen symmetrischeren Gesamteindruck hinterlassen

6. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es, die individuelle Wahrnehmung und Beurteilung verschiedener Gesichtsasymmetrien zu untersuchen. In dieser Studie sollte daher hauptsächlich geklärt werden, welche Asymmetrien als ästhetisch störend empfunden werden, ab welchem Ausmaß Abweichungen von Nasenspitze und Kinnmitte auffallen und ob die Art der Betrachtung, zweidimensional oder dreidimensional bewegt, die Beurteilung beeinflusst.

Hierfür wurde ein männlicher Proband mit sehr geringem Asymmetriegrad mit dem optischen SensorFaceScan erfasst, der nach dem Prinzip der phasenmessenden Triangulation arbeitet.

Vorteil dieser Datenerhebung ist die berührungslose Datenaquisition bei hoher Auflösung und geringer Messdauer, sowie ungefährliche Anwendung am Patienten, da keine ionisierende Strahlung verwendet wird. Durch eine speziell angefertigt Spiegelkonstruktion ist eine für kieferorthopädische Zwecke geeignete Aufnahme von Ohr zu Ohr möglich.

Die jeweiligen Datensätze wurden mittels der Software SLIM trianguliert, verschmolzen und nachbearbeitet. Mit Hilfe einer berechneten Symmetrieebene wurde der Gesichtsdatensatz vertikal ausgerichtet, und unter Verwendung der Software AMIRA wurden virtuelle Gesichter mit Asymmetrien unterschiedlicher Ausprägung kreiert.

Im ersten Teil der Arbeit sollten die Gesichter nach Ihrer Symmetrie beurteilt werden. Bei den Gesichtern des Symmetrieteils handelte es sich um acht Gesichter, bei denen jeweils nur ein Merkmal Nasenspitze oder Kinnmitte in Schritten von 2 mm (2 bis 8 mm) nach links oder nach rechts verschoben war.

Im zweiten Teil der Studie erfolgte die Attraktivitätsbeurteilung der Gesichter anhand von Paarvergleichen, wobei jedes Gesicht mit jedem verglichen wurde. Bei den Gesichtern, die miteinander verglichen, wurden handelte es sich um ein unverändertes Gesicht, zwei Gesichter, bei denen jeweils ein Merkmal – die Nase oder der Unterkiefer – um 6 mm nach links oder rechts verschoben war,

und zwei Gesichter bei denen beide Merkmale – Nase und Unterkiefer – um 6 mm verschoben wurden. Die Beurteiler, bestehend aus 30 Kieferorthopäden, 30 Mund,- Kiefer- und Gesichtschirurgen und 30 Laien mussten sich entscheiden, ob sie Gesicht 1, 2 oder beide gleich attraktiv finden.

Sowohl im ersten als auch im zweiten Teil der Studie wurden die Gesichter zuerst als zweidimensionale Enface-Ansichten und folgend dreidimensional bewegt als Videos in randomisierter Reihenfolge präsentiert. Für ihre jeweilige Bewertung erhielt jeder Teilnehmer einen eigenen, vorgefertigten Fragebogen.

Alle Beurteilergruppen stufen im ersten Teil bereits geringe Abweichungen von 2 mm, sowohl von Nase als auch von Unterkiefer, als gering asymmetrisch ein.

Bei Enface-Betrachtung der Unterkieferasymmetrien sahen die Kieferorthopäden bei Abweichungen von 2 bis 4 mm keinen Unterschied, die Beurteilergruppen der Mund,- Kiefer- und Gesichtschirurgen und Laien hingegen stufen eine Abweichung von 4 mm symmetrischer ein als eine Abweichung um 2 mm.

Bei der 3D-Betrachtung derselben Gesichter sahen die Mund,- Kiefer- und Gesichtschirurgen und Kieferorthopäden im Gegensatz zu den Laien eine Zunahme der Asymmetrie. Eine Abweichung um 6 mm wurde bei allen Beurteilergruppen als deutlich asymmetrischer eingestuft als die Abweichung um 4 mm.

Bei den Beurteilungen der Nasenasymmetrien wurden bereits von allen Beurteilern, unabhängig von der Präsentationsart, Abweichungen von 4 mm als signifikant asymmetrischer bewertet, wobei die Nasenasymmetrien insgesamt schlechter bewertet wurden als gleich große Unterkieferabweichungen.

Insgesamt waren die Beurteilungen der 2-D Präsentation weniger kontinuierlich als bei der dreidimensional bewegten Betrachtung.

Im zweiten Teil zeigte die Häufigkeitsverteilung der positiven Bewertungen („Gesicht attraktiver“) eine große Homogenität und bezüglich der Rangfolge der Gesichter ergab sich eine hohe Übereinstimmung zwischen den jeweiligen Beurteilergruppen. Das unveränderte Gesicht wurde erwartungsgemäß am häufigsten als das attraktivere bewertet und das Gesicht mit gegenläufiger

Abweichung von Nase und Unterkiefer (N 6li&U K6re) wurde am häufigsten als das im Vergleich weniger attraktiv beurteilt. Das Gesicht mit der asymmetrischen Nase (N6re) wurde deutlich schlechter bewertet als jenes mit gleich großer Abweichung des Unterkiefers (UK 6li). Sind Nase und Unterkiefer in dieselbe Richtung verschoben, fallen diese Asymmetrien weniger auf (N &UK 6li). Zwischen den zwei verschiedenen Präsentationsarten (2D, 3D) traten in der Häufigkeitsverteilung und der Rangfolge nur geringfügige Unterschiede auf. Lediglich Rang 2 (UK 6li) und Rang 3 (N &UK 6li) sind zwischen den 2D- und 3D-Beurteilungen vertauscht.

Zusammenfassend kann man wurde festgestellt, dass Asymmetrien der Nase die Attraktivität eines Gesichts stärker beeinträchtigen.

In der vorliegenden Studie wurden bei zweidimensionaler Betrachtungsweise die Abweichungen der Nase nach links als asymmetrischer bewertet als Abweichungen nach rechts. Eine mögliche Erklärung hierfür findet sich darin, dass gesunde Menschen ihre Aufmerksamkeit tendenziell mehr auf ihr linkes Gesichtsfeld richten. Somit wird die rechte Gesichtshälfte des Gegenübers stärker fokussiert als dessen linke Gesichtshälfte. Bei Gesichtern mit einer Abweichung der Nase nach links fehlt daher in der rechten, mehr fokussierten Gesichtshälfte ein Großteil der Nase. Diese fehlende Struktur entlang der gedachten Gesichtsmidien scheint den Betrachter stärker zu stören als das Ausmaß der Abweichung an sich. Bei Abweichungen des Unterkiefers fallen hingegen die Abweichungen in der stärker fokussierten Gesichtshälfte, in diesem Fall nach rechts, dem Betrachter stärker auf als solche nach links.

Bei dreidimensional bewegter Betrachtungsweise ist die Möglichkeit der Fokussierung einer Gesichtshälfte deutlich herabgesetzt bzw. wird durch die Rotation der Gesichter dem linken Gesichtsfeld des Betrachters jede Gesichtshälfte gleich häufig präsentiert. Dadurch ergibt sich bei dreidimensional bewegter Betrachtungsweise eine deutlich kontinuierlichere Bewertung der Gesichter.

Bei der Enface-Betrachtung hat der Beurteiler die Möglichkeit sich an einer gedachten Linie durch die in der Gesichtsmedianen angeordneten Strukturen zu orientieren und sich auch auf eine Gesichtshälfte zu fokussieren. Bei dreidimensional bewegten Bildern sind diese Möglichkeiten deutlich herabgesetzt.

7. Literaturverzeichnis

Al Yami EA, Kuijpers-Jagtman AM, Van 't Hof MA
Assesment of dental and facial esthetics in adolescents
Euro J Orthod 20:399-405

Andretto Amodeo C
The central role of the nose in the face and the psyche: review of the nose and
the psyche
Aesthetic Plast Surg; 31(4): 406-410, 2007

Andrews LF
Six keys to normal Occlusion
Am J Orthod 62: 286-309

Baud, C.V.
Harmonie der Gesichtszüge. Eine Studie über Schönheit, kosmetische
Gesichtschirurgie und Mienespiegel
S. Karger, Basel 1982

Bahr, J.
Proportione und Vermessung des Gesichts in Kunst und Medizin und der
Goldene Schnitt
Diss. Med. dent., Eberhard-Karls-Universität Tübingen 1991

Benjafield J
The „golden rectangle“: Some new data
Am J of Psychology 89(4):737-743, 1989

Benz M

Ergebnismodellierung und Qualitätskontrolle kraniofazialer Operationen auf Basis optischer Messtechnik

Dissertation, Institut für Optik, Information und Photonik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 2005

Braun M, Gründl M, Marberger C

Beautycheck – Ursachen und Folgen von Attraktivität

Uni Regensburg

Cellerino A

Psychobiology of facial attractiveness

J Endocrinol Invest 26: 45-48, 2003

Cunningham MR

„Their Ideas of beauty are, on the whole, the same as yours“: Consistency and variability in the cross-cultural perception of female physical attractiveness

J Personality Social Psychology 68:261-279

Drolshagen E.

Ich will aussehen wie ich selbst. Nur schöner

Droemer 1995

Edler, R.J.

Background Considerations to facial Esthetics

J. Orthod. 28:159-168, 2001

Grammer K, Thornhill R

Human (Homo sapiens) facial attractiveness and sexual selection. The role of symmetry and averageness

J Comp Psychol; 108:233-242, 1993

Güntürkün O, Hirnstein M, Hausmann M

The evolutionary origins of functional cerebral asymmetries in humans: does lateralization enhance parallel processing

Behav Brain Res; 187(2):297-303, 2008

Hartmann J, Meyer-Marcotty P, Stellzig-Eisenhauer A

Reliability of a Method for Computing Facial Symmetry Plane and Degree of Asymmetry Based on 3D-data

J Orofac Orthop. Nov;68(6):477-90, 2007

Hauskeller M

Was das Schöne sei. Klassische Texte von Platon bis Adorno

2. Auflage, 1995 Deutscher Taschenbuchverlag GmbH&Co. KG, München, S.:7-13

Henss R

Gesicht und Persönlichkeitseindruck, Lehr- und Forschungstexte Psychologie

Hogrefe Verlag, S. 85, 1999

Kokich VO, Kokich VG, Kiyak HA.

Comparing the Perception of Dentists and Lay People to Altered Dental Esthetics

Am J Orthod Dentofacial Orthop. Aug;130(2):141-51, 2006

Keating

Gender and the Physiognomy of Dominance and Attractiveness

Social Psychology Quarterly, 48: 61-70, 1985

Langlois JH, Roggman LA

Infant preferences for attractive faces: Rudiments or stereotype?

Psychol. Sci. 23: 363-369, 1987

Langlois JH, Roggman LA

Attractive Faces are only average

Psychological Science, 1: 115-121, 1990

Langlois JH, Roggmann LA

What is average and what is not average about attractive faces

Psychol Sci 5: 214-220, 1994

Langlois J, Styczynski L

The effects of physical attractiveness on the behavioural attributions and peer preferences of acquainted children

Int J Behav Devel 2:325-341

Liggett J

The Human face

London, S. 140

Masuoka N, Momoi Y, Arjii Y Nawa H, Atsushi M, Goto S

Can cephalometric indices and subjective evaluation be consistent for facial symmetry

Angle Orthod; 75:651-655, 2005

Mealey L, Bridgstock R, Townsend GC

Symmetry and perceived facial attractiveness: a monozygotic co-twin comparison

J Pers Soc Psychol, 76:151-158, 1999

Mueser KT, Grau BW, Sussmann S, et al

You are only as pretty as you feel: facial expression as a determinant of physical attractiveness

J Pers Soc Psychol, 46: 469-478, 1984

Newman C

Die Magie der Schönheit

National Geographic, Ausgabe Jan 2000

Peck, H. and Peck, S.

A Concept of facial Esthetics

Angel Orthod. 40: 284-318, 1970

Perrett DI, May KA, Yoshikawa S

Facial shape and judgements of female attractiveness

Nature 20:214-220, 1994

Posch W.

Körper machen Leute. Der Kult um Schönheit

Campus Verlag Frankfurt/Main, New York

Rhodes D, Proffitt F, Grady JM, Sumich a

Facial symmetry and perception of beauty

Angle Orthod.; 1:43-48, 1991

Rhodes G, Sumich A, Byatt G

Are average facial configurations attractive only because of their symmetrie?

Psyol Sc, 10: 52-58, 1999

Schuster M

Wodurch Bilder wirken, Psychologie der Kuns

Du Mont, S. 106-142

Serogl HG, Zentner A, Krause G

An experimental study of the esthetic effect of facial profiles

J Orofac Orthop, 59:116-126, 1998

Shackleford TK, Larsen RJ

Facial asymmetry as an indicator of psychological, emotional, and physiological distress

J Pers Soc Psychol 72: 456-466, 1997

Spyropoulos MN, Halazonetis DJ

Significance of the soft tissue profile on facial esthetics

Am J Orthod Dentofacial 119: 464-471, 2001

Swaddle JP, Cuthill IC

Asymmetry and human facial attractiveness: symmetry may not always be Beautiful

Proc Biol Sci 261: 111-116

Symons D

The evolution of human sexuality

Oxford University Press, 1979

Tatarunaite W, Playle R, Hood K

Facial attractiveness: a longitudinal study

Am J Orthod Dentofacial Orthop 127:676-682, 2005

Thornhill R., Gangestad S.

Human facial beauty

Human Nature, 4: 237-269, 1993

Thornhill R, Gangestad SW

Facial attractiveness

Trend Cogn Sci; 3:452-460, 1999

Todd SA, Hammond P, Hutton T, Cochrane S, Cunningham S
Perceptions of facial aesthetics in two and three dimensions
Eur J Orth; 27(4):3693-369, 2005

Treu G
Durchschnittsbild und Schönheit (composite pictures and beauty)
Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft 9: 433-448, 1914

Zaidel DW, Aarde SM, Braig K
Appearance of symmetry, beauty and health in human faces
Brain Cogn 57: 261-263, 2005

Statistische Literatur:

Bortz J
Lehrbuch der Statistik
Springer Knorr, 1. Auflage 1989

Benninghaus H
Deskriptive Statistik
Teubner 1982

Sachs L.
Statistische Methoden und Auswertung
Springer, 6. Auflage 1980

Bland M
Introduction to medical Statistics
3. Auflage, Oxford Press, 2002

Hinweise zur verwendeten Statistik-Software:

SPSS Base 12.0.2.

Benutzerhandbuch 2003

Microsoft Excel für Microsoft Office 2003

Benutzerhandbuch 2003

Hinweise zur verwendeten 3D-Analyse- und Animationssoftware

Amira

An illustrated tutorial by Robert Brand

Mercury Computer Systems GmbH

2003

8. Anhang

Name: _____

Beruf: _____

Alter: _____

Teil 1 – Beurteilung der Symmetrie**A FOTOS**

1:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
2:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
3:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
4:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
5:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
6:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
7:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
8:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
9:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
10:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch
11:	symmetrisch	1	2	3	4	5	6	asymmetrisch

12: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

13: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

14: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

15: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

16: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

17: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

18: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

19: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

20: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

21: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

22: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

B VIDEOS

1: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

2: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

3: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

4: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

5: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

6: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

7: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

8: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

9: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

10: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

11: symmetrisch

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

 asymmetrisch

12:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
13:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
14:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
15:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
16:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
17:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
18:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
19:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
20:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
21:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch
22:	symmetrisch	1 2 3 4 5 6	asymmetrisch

5

Abb.3.15

Teil 2 – Beurteilung der Attraktivität

A FOTOS

Welches Gesicht empfinden Sie als das attraktivere?

I	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
II	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
III	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
IV	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
V	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
VI	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
VII	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
VIII	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
IX	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
X	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
XI	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
XII	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
XIII	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
XIV	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2

B VIDEOS

Welches Gesicht empfinden Sie als das attraktivere?

I	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
II	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
III	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
IV	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
V	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
VI	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
VII	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
VIII	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
IX	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
X	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
XI	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
XII	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
XIII	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2
XIV	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1 = 2

Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei Frau Professor Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer für die Überlassung des Promotionsthemas und die stets hervorragende Unterstützung bei der Durchführung der Promotion bedanken. Außerdem möchte ich mich dafür bedanken, dass sie mir die Weiterbildung zur Fachzahnärztin für Kieferorthopädie an der Poliklinik für Kieferorthopädie an der Universität Würzburg ermöglicht.

Ich danke Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. Josip S. Bill für die freundliche Übernahme des Korreferates.

Ganz besonders herzlich bedanke ich mich bei Frau Dr. Jutta Hartmann für ihre wissenschaftliche Betreuung, ihre hervorragende fachliche Unterstützung, ihre Motivation und ihre stets geduldige Hilfe bei der Durchführung dieser Promotion.

Herrn Dr. Philipp Meyer-Marcotty und Frau Dr. Janka Kochel danke ich für die Motivation und die Inspiration bei der Planung und Durchführung dieser Studie.

Von ganzem Herzen möchte ich mich bei meinen Eltern und meinem Bruder Jochen für ihre moralische Unterstützung bedanken. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

Mein besonderer Dank gilt Frau Stuis-Pfeuffer. Ihr danke ich für die Unterstützung und Hilfsbereitschaft in allen Belangen.

Zuletzt möchte ich allen Kollegen und Mitarbeitern der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsklinik Würzburg und hierbei besonders Frau ZÄ Tina Glos und Herrn Zoran Miskovic danken, die mich bei dieser Arbeit motiviert, unterstützt und begleitet haben.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Ute Bareis
Geburtsdatum: 21.09.1979
Geburtsort: Mutlangen
Familienstand: ledig
Wohnort: Röntgenring 1
97070 Würzburg

Schulbildung

09/1986 – 07/1990 Friedensschule Schwäbisch Gmünd/Rehnenhof
09/1990 – 07/1999 Hansludwig Scheffold Gymnasium Schwäbisch Gmünd
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife
05/2000 – 05/2005 Studium der Zahnmedizin
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
05.07.2005 Approbation als Zahnärztin

Beruflicher Werdegang

07/2005 – 10/2005 Gastärztin Cook Islands Dental Association/Rarotonga
01/2006 – 02/2007 Vorbereitungsassistentin Praxis Dr. A. Ruhnke/Niederstetten
Seit 03/2007 Weiterbildungsassistentin Poliklinik für Kieferorthopädie,
Universitätsklinik Würzburg

Berufliche Weiterbildung

Seit 04/2007 Curriculum Kieferorthopädie der bayerischen Universitäten und
der bayerischen Landeszahnärztekammer

Würzburg, den _____