

**Diplomarbeit**

**Das Profildfoto - Die optimalen Verhältnisse für  
Aufnahme und Beurteilung im Rahmen der  
kieferorthopädischen Diagnostik**

eingereicht von

**Andreea Pislaru**

Geb.Dat.: 18.07.1985

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der Zahnheilkunde  
(Dr. med. dent.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Klinische Abteilung für Kieferorthopädie**

unter der Anleitung von

**Univ.-Ass.-Prof. Dr. Margit Pichelmayer**

Graz, Dezember 2013

### **Eidesstattliche Erklärung**

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am 10.12.2013*

*Andreea Pislaru*

## **DANKSAGUNG**

Mein besonderer Dank geht an Frau Univ.-Ass.-Prof. Dr. Pichelmayer, für die geduldige, sehr gute Begleitung, das große Engagement über den gesamten Arbeitsverlauf und die präzise, konstruktive Durchsicht dieser Arbeit. Ebenso danke ich sehr herzlich Frau Priv.-Doz. Dr. Wendl als Zweitbetreuerin, sowie Herrn Prof. Dr. Vidic von der Universitäts-Augenklinik für die Unterstützung.

Ich widme diese Arbeit meinen Eltern, Daniela und Mihail Pislaru, die mich während meines gesamten Studiums sowohl mental als auch finanziell unterstützt und mir in allen Lebenslagen konsequent und liebevoll mit Rat und Tat zur Seite gestanden haben. Ohne deren Hilfe wären meine universitären Leistungen und diese Arbeit nicht entstanden.

Des Weiteren bedanke ich mich herzlich bei Herrn Martin Gräßl für die Unterstützung und Hilfestellung bei der Erstellung der Fotografien, bei Herrn Dipl.-Ing. Erich Häupl für das Bereitstellen des technischen Equipments und bei Frau Dipl.-Ing. Irene Mischak für die professionelle Hilfe bei der Statistikauswertung.

Ein herzliches Dankeschön geht an meine engsten Freunde Tatjana Seiser und Andrea Mitteregger und an meine Studienkollegen für die motivierenden, anregenden Diskussionen und den emotionalen Rückhalt in den letzten Jahren.

Nicht zuletzt danke ich allen freiwilligen StudienteilnehmerInnen, ohne die diese Diplomarbeit nicht möglich gewesen wäre.

## ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Die Profilfotografie ist eine wichtige Grundlage der kieferorthopädischen Diagnostik. Sie erlaubt eine detaillierte Weichgewebsanalyse und eine annähernde Beurteilung der Lagebeziehung der Kiefer zum Schädel und hat somit Einfluss auf die Diagnose, Planung und Therapie.

**Zielsetzung:** In der vorliegenden Arbeit wurden die optimalen Verhältnisse für die Aufnahme und Beurteilung von Profilfotografien untersucht um ein standardisiertes Vorgehen für deren Erstellung festlegen zu können.

**Material und Methoden:** Zwei Testpersonen mit hellem und dunklem Teint wurden vor sieben verschiedenfarbigen Hintergründen und mittels fünf unterschiedlicher Kamera- und Beleuchtungseinstellungen fotografiert. Diese Profilfotos wurden anschließend im Zuge einer schriftlichen Befragung von zwei Untersuchergruppen mit den Noten 1 (sehr gut) bis 6 (sehr schlecht) bewertet. Gruppe 1 bestand aus sieben Kieferorthopäden, Gruppe 2 setzte sich aus acht Studierenden der Zahnmedizin zusammen.

**Ergebnisse:** Es konnte ein eindeutiger signifikanter Einfluss der Hintergrundfarbe und der Beleuchtungsmethode auf die Bewertung der Profilfotografie aufgezeigt werden. Die Profilfotografien mit schwarzem Hintergrund wurden sowohl bei der Testperson mit hellem als auch mit dunklem Teint unabhängig von der gewählten Kameraeinstellung und Beleuchtungsart mit der höchsten Bewertung benotet. Blau schnitt ebenfalls gut ab. Grün wurde befriedigend, Weiß vor allem beim hellen Teint eher schlecht bewertet. Violett erhielt unter jeglichen Teststellungen die schlechteste Bewertung.

Des Weiteren wurden die Bilder, bei denen eine Hintergrundaussteuerung zur Anwendung kam, unabhängig vom Teint der Testperson, am besten bewertet. Die Kameraeinstellung, Untersuchergruppe und das Geschlecht des Untersuchers zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Bewertung.

## **ABSTRACT**

**Background:** Profile photography is an important basic principle for the clinical diagnostic in orthodontics. It allows a detailed soft tissue analysis and an approximate appreciation of the position of the jaws to the head, therefore it affects diagnosis, planning and therapy.

**Objectives:** The purpose of the present study was to explore the optimal conditions for taking and assessing profile pictures to establish a standardized proceeding.

**Materials and Methods:** Two persons, one with bright, the other with dark complexion, were photographed in front of seven different colored backgrounds using five diverse camera and light settings. These profile pictures were evaluated by two groups of examiners within a written survey using grades from 1 (very good) to 6 (very bad). Group 1 consisted of seven orthodontists, group 2 was formed by eight dental students.

**Results:** A statistically significant influence of the background color and the light setting on the evaluation of the profile pictures could be shown. The images with the black background, regardless of complexion, camera and light setting, were marked with the highest rating. Blue scored well likewise. The green color was rated satisfying, white came off badly especially at the bright complexion. Violet was given the worst rating under any conditions.

Furthermore the pictures that have been taken with the use of large-area background lighting were rated best, irrespective of the complexion. No significant effect of the camera setting, group of examiner or gender could be detected.

# INHALTSVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| Eidesstattliche Erklärung.....                      | 2  |
| Danksagung.....                                     | 3  |
| Zusammenfassung.....                                | 4  |
| Abstract.....                                       | 5  |
| <br>  |    |
| 1 EINLEITUNG  |    |
| 1.1 Fotostataufnahmen in der Kieferorthopädie ..... | 7  |
| 1.2 Fotografie.....                                 | 11 |
| 1.3 Farbenlehre .....                               | 20 |
| <br>  |    |
| 2 MATERIAL UND METHODE                              |    |
| 2.1 Datenerhebung .....                             | 28 |
| 2.2 Datenauswertung.....                            | 34 |
| <br>  |    |
| 3 ERGEBNISSE.....                                   | 35 |
| <br>  |    |
| 4 DISKUSSION.....                                   | 47 |
| <br>  |    |
| 5 KONKLUSION .....                                  | 52 |
| <br>  |    |
| 6 ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....                       | 53 |
| <br>  |    |
| 7 DIAGRAMMVERZEICHNIS .....                         | 54 |
| <br>  |    |
| 8 TABELNVERZEICHNIS.....                            | 55 |
| <br>  |    |
| 9 LITERATURVERZEICHNIS.....                         | 56 |
| <br>  |    |
| 10 ANHANG.....                                      | 60 |

# **1 EINLEITUNG**

## ***1.1 Fotostataufnahmen in der Kieferorthopädie***

### **1.1.1 Einführung**

Im Rahmen der kieferorthopädischen Diagnostik werden neben den intraoralen Aufnahmen auch extraorale Fotografien des Patienten sowohl als En-face-Bild als auch als Seitenansicht im Maßstab 1:1 angefertigt und metrisch sowie angular analysiert (vgl. Schopf P 2008, S. 24).

Dieses Fotostatverfahren ist die klinische Ergänzung zur Fernröntgenanalyse und zählt zu den kephalometrischen Diagnostikverfahren. Sie zeigt die vorliegenden Symmetrieverhältnisse auf und erlaubt eine annähernde Beurteilung der Lagebeziehung der Kiefer zum Schädel, aus der sich erste therapeutische Ansätze hinsichtlich Vor- und Rückverlagerung der beiden Kiefer ergeben können (vgl. Harzer W 2011, S. 82). Sie hat Einfluss auf Diagnose, Planung, Therapie und ist ein geeignetes Werkzeug das posttherapeutische Ergebnis zu bewerten.

Für die Erstellung der Fotografien sollte sich der Patient in einer aufrecht sitzenden Position bei natürlicher Kopfhaltung in habitueller Interkuspitation und ungezwungener Lippenhaltung befinden. Die Augen sollten ungezwungen geöffnet und nach vorne gerichtet sein, die Ohrmuscheln sollten nicht bedeckt sein (vgl. Nötzel F, Schultz C 2009, S. 131-132).

Bei der Auswertung ist besonders die Mund-Kinn-Region für den Kieferorthopäden von Bedeutung, da das Untergesicht das hauptsächlich therapeutisch aktive Behandlungsumfeld darstellt (vgl. Sander F, Schwenger N, Ehrenfeld M 2011, S. 37).

### 1.1.2 Natural Head Position

Die Natürliche Kopfposition (Natural Head Position, NHP) wurde in den späten 1950er Jahren von Downs (1956), Bjerin (1957), Moorrees und Kean (1958) in die Kieferorthopädie eingeführt (vgl. Madsen et al., 2008, S. 532-540)

Sie wurde erstmals 1862 von Broca definiert als die stabile, physiologische Position eines Menschen mit aufrechter Haltung und horizontaler, visueller Achse. 1958 wurde die NHP von Moorrees und Kean spezieller beschrieben als eine standardisierte und reproduzierbare Orientierung des Kopfes im Raum, bei der ein entfernter Punkt auf Augenniveau fokussiert wird (vgl. Weber DW, Fallis DW, Packer MD 2013, S. 738-744).

Auch wenn diese Definition eher wagemutig erscheint, weist die NHP, wie in Untersuchungen von Madsen (2008), Bansal et al. (2013) oder Pereira et al. (2010) wissenschaftlich erwiesen, eine höhere Reproduzierbarkeit auf, als traditionell verwendete Bezugsebenen wie zB die Frankfurter Horizontale (Verbindung zwischen dem Porion [Po], dem obersten Punkt des porus acusticus externus, und dem Orbitale [Or], eine Lidspaltbreite unter der Pupille des geradeaus blickenden, ungezwungen geöffneten Auges). Diese hohe Reproduzierbarkeit ist mit einer Standardabweichung von  $4^\circ$  sowohl bei Kindern als auch Erwachsenen, bei Frauen und Männern, bei kaukasischer und nicht-kaukasischer Bevölkerung vorhanden (vgl. Bansal N et al., 2012, S. 180-183).

Es existieren unterschiedliche Methoden die NHP zu erhalten, wie zB das Drehen der Fotografie im Zuge einer Nachbearbeitung was dann als Estimated Natural Head Position (ENHP) bezeichnet wird.

Die beste Reproduzierbarkeit jedoch wird durch das Verwenden eines Spiegels frontal vor dem Patienten, in dem er sich selbst in die Augen sehen kann, erzielt. Solow und Tallgren fanden 1971 bei dieser Methode eine Standardabweichung von lediglich  $1,43^\circ$  (vgl. Pereira et al., 2010, S. 65-73).

Ein weiterer Vorteil der NHP ist die einfache Anweisung und die Leichtigkeit für den Patienten dieser zu folgen (vgl. Madsen et al., 2008, S. 532-540).

### **1.1.3 Profil - Fotoaufnahme vs. Fernröntgenanalyse**

Neben der Vermessung von Fotografien stellt die Vermessung von Fernröntgenseitenbildern (Kephalometrie) eine weitere wichtige Weichteilprofilanalyse dar. Die kephalometrisch ermittelten Werte erlauben einen Vergleich entstandener fazialer Veränderungen, sind wissenschaftlich gut untermauert und weisen eine exaktere Reproduzierbarkeit als die Profilanalyse mittels Fotografien auf (vgl. Fields HW, Vann WF Jr, Vig KW 1982, S. 159-165).

Die Daseinsberechtigung der Foto-Profilanalysen wird in der Literatur strittig diskutiert. Einige Autoren argumentieren, dass Weichteiluntersuchungen ebenso am Fernröntgenseitenbild (FRS) vorgenommen werden können (vgl. Merrifield LL 1966, S. 804 - 822).

Andere Autoren sehen nach wie vor eine Indikation in der Auswertung der Profilfotografien - aus folgenden Gründen:

- › die Weichteildarstellung im FRS ist häufig unzureichend,
- › Gesichtsveränderungen und Wachstum können durch standardisierte Fotos verfolgt werden (vgl. Bishara SE, Ortho D, Jorgensen GJ, Jakobson JR 1995, S. 389-393, 489-499) mit dem weiteren Vorteil der nicht-vorhandenen Strahlenbelastung,
- › die Individualität und Persönlichkeit eines Patienten kommt in Profilfotografien bei Weitem mehr zur Geltung,
- › anhand von Fotografien sind Weichteilbeurteilungen besser möglich - mitunter können sogar Hyper- und Atrophien der Muskulatur sichtbar werden (vgl. Ricketts RM 1968, S. 272 - 289).

Daher kann die fotometrische Gesichtsprofilanalyse keine kephalometrische Auswertung ersetzen, jedoch sinnvoll ergänzen.

#### **1.1.4 Gesichtsprofilanalyse**

Tweed definierte 1944 ein ausgeglichenes Normprofil als jene Balance und Harmonie der Proportionen in Bezug auf das Gesicht, welche vom Großteil der Menschen als ansprechend angesehen wird. Die Festlegung eines Normprofils ist unerlässlich für einen Kieferorthopäden, da es ein optimales Behandlungsziel festlegt, das therapeutisch angestrebt werden sollte (vgl. Merrifield LL 1966, S. 805).

In der kieferorthopädischen Literatur ist die Untersuchung der Profilrelationen die wohl bekannteste und meist diskutierte Anwendung der Fotografie.

Die Möglichkeit genaue Messwerte anhand standardisierter Fotos zu erhalten wurde, obwohl die Fotografie von Anfang an eine Ergänzung zu den anthropometrischen Untersuchungen (Ermittlung von Maßen durch direktes Abmessen am Körper) darstellte, erst in den 40er Jahren eingeführt. 1949 untersuchten Tanner und Weiner die Exaktheit der fotografischen Anthropometrie und stellten fest, dass die ermittelten Werte der Fotografien von Rumpf und Extremitäten ebenso genau waren, wie eine direkte Messung am Körper, die Gesichtsmessungen lieferten jedoch weniger genaue Ergebnisse. Hierbei lag die Fehlerquelle eher in der Ungenauigkeit der Positionierung als im Wachstum der Probanden. Es sollte erwähnt werden, dass die Messungen im Nachhinein aus einer Ganzkörper-Aufnahme erfolgten und die Positionierung des Kopfes nicht einheitlich standardisiert wurde (vgl. Tanner JM, Weiner JS 1949, S. 145-186).

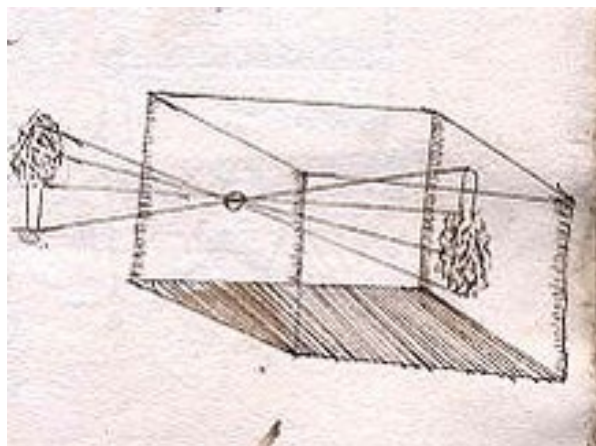
Der Nutzen der Fotografie in der Gesichtsprofilanalyse wurde 1952 von Gavan, Washburn und Lewis untersucht. Sie fanden einige Nachteile dieser Methode, wie zB Belichtungsunterschiede, Verarbeitungsfehler oder Verzerrungen, welche zT auf den damaligen Stand der Technik zurückzuführen sind (vgl. Gavan JA, Washburn SL, Lewis PH 1952, S. 145 - 186).

Das Weichteilprofil sollte bei der Therapieplanung immer berücksichtigt, jedoch nicht überbewertet werden. Ein für den Patienten unästhetisches Profil allein ist keine Indikation für eine kieferorthopädische Behandlung (vgl. Sander F, Schwenzler N, Ehrenfeld M 2011, S. 37).

## 1.2 Fotografie

Das Wort „Fotografieren“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie „mit Licht zeichnen“ (vgl. Jenny P 2009, S. 16).

Die erste Form einer fotografischen Kamera ist die „camera obscura“ (lateinisch: dunkle Kammer), ein verdunkelter Raum mit einem kleinen Loch in einer Wand, durch welches ein verkleinertes, auf dem Kopf stehendes Abbild der Außenwelt auf die gegenüberliegende Wand projiziert wird. Dieses Konstrukt war bereits Aristoteles im 4. Jahrhundert v. Chr. bekannt, es dauerte jedoch bis ins 16. Jahrhundert um den technischen Fortschritt der Fotografie voranzubringen. Italienische Gelehrte rüsteten das Loch mit einer Sammellinse aus, wodurch ein deutlich schärferes und helleres Bild entstand. Die vermutlich weltweit erste erstellte Fotografie wurde 1826 von dem Franzosen Joseph Nicéphore Niépce mit einer „camera obscura“ aufgenommen. Damals musste das Bild noch acht Stunden belichtet werden (vgl. Freißen W 1982, S. 9).



**Abb. 1: Camera Obscura, Federzeichnung, 17. Jahrhundert** (Quelle: [www.fotoclub-ort.at](http://www.fotoclub-ort.at))

Seit diesen Anfangstagen haben sich die Möglichkeiten der Fotografie rasant weiterentwickelt. Die zur Herstellung von Fotografien notwendigen Geräte werden fortlaufend verbessert und automatisiert, so dass mittlerweile technisch einwandfreie Resultate mit geringem Aufwand erzielt werden können (vgl. Feininger A 2001, S. 15).

### 1.2.1 Grundlagen der Fotografie

Im Grunde ist das Prinzip einer jeden Kamera immer das gleiche: Eine Kamera ist nichts anderes als ein lichtdichter Kasten, in welchen das von vorne einfallende Licht durch ein Objektiv (Öffnung) auf das dahinter liegende, lichtempfindliche Medium (zB Film) trifft (vgl. Feininger A 2001, S. 57).

Das Gehäuse sorgt hauptsächlich dafür, dass Licht nur durch das Objektiv, d.h. geregelt, einfallen kann. Ein anderer Lichteinfall würde das Medium in fehlerhafter Weise belichten und ist somit unerwünscht. Das Objektiv mit den darin enthaltenen Linsen stellt einen der wesentlichsten Bauteile einer Kamera dar. Ein schlecht verarbeitetes oder beschlagenes Glas als Linse liefert technisch schlechte Ergebnisse. Als Medium wurde zu Anfangszeiten der Fotografie eine lichtempfindliche Filmplatte verwendet, heute wird ein Rollfilm bei analogen Geräten bzw. eine Speicherkarte bei digitalen Bildern eingesetzt (vgl. Feininger 2001, S. 57). Während der Film sowohl für die Erfassung als auch für die Speicherung des Bildes zuständig ist, wird dies im Digitalbereich getrennt. Die Bildinformationen werden über den Sensor (lichtempfindlicher Chip) erfasst, im Anschluss werden diese durch die Kamera verarbeitet und auf dem entsprechenden Speichermedium gespeichert. Diese andersartige Bilderfassung stellt den wesentlichen Unterschied zwischen digitaler und analoger Fotografie dar (vgl. Sheppard R 2005, S. 32-33).

Die folgende Tabelle soll weitere Merkmale gegenüberstellen:

|                                      | <b>ANALOGUE Fotografie</b>    | <b>DIGITALE Fotografie</b>   |
|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| <i>LCD-Display/Monitor</i>           | nicht vorhanden               | fast immer vorhanden, dadurch sofortige Kontrolle des Bildes möglich             |
| <i>Schnelligkeit</i>                 | Bildaufnahme sofort verfügbar | Verzögerungen durch Systemstart, verlängerte Auslösung, Speicherzeit             |
| <i>Bildbearbeitung in der Kamera</i> | nicht möglich                 | Bildbearbeitung nach der Aufnahme durch kamerainterne Hard- und Software möglich |

|                                       |   |   |
|---------------------------------------|---|---|
| <i>Bildverfügbarkeit</i>              | der Film kann erst nach Nutzung aller verfügbaren Aufnahmen entwickelt werden   | sofort  |
| <i>Weiterführende Bildbearbeitung</i> | aufwendige Labortechniken   | leichte Bildbearbeitung mit entsprechender Software   |
| <i>Lagerung</i>                       | Zerstörung der Negative bei falscher Lagerung zB durch Pilzbefall   | relativ problemlos durch Sicherung auf verschiedenen Datenträgern   |
| <i>Duplikate</i>                      | relativ aufwendig, meist mit Qualitätsminderungen verbunden   | problemlos, ohne Qualitätsminderungen   |
| <i>Bildpräsentation</i>               | Fotoabzug, Diapräsentation nach Digitalisierung mittels Scanner sind alle Möglichkeiten wie in der direkten Digitalfotografie gegeben | Fotoabzug, Computer, Beamer, Fernseher  |
| <i>Stromversorgung</i>                | meist Batterien   | verschiedene Akkutechnologien (zB Lithium-Ionen-Akkus), Nachlassen der Akkukapazität nach häufigeren Ladezyklen |

**Tab 1: wesentliche Unterschiede zwischen analoger und digitaler Fotografie** (Quelle: Sheppard R 2005, S. 13-33)

| <b>Kameratypen Digitalkamera</b>    | <b>Kameratypen Analogkamera</b> |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Kompaktkamera                       | Kompaktkamera                   |
| Bridge-Kamera                       | Sucherkamera                    |
| spiegellose Systemkamera            | Spiegelreflexkamera             |
| <b>digitale Spiegelreflexkamera</b> | Mittelformatkamera              |

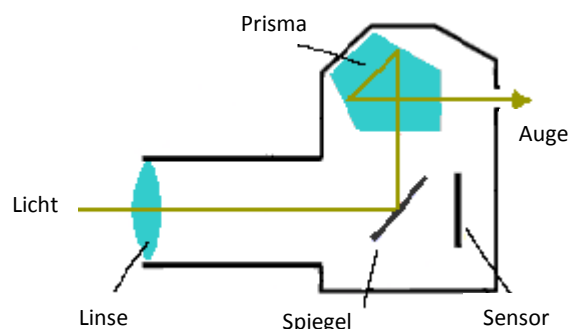
**Tab. 2: Kameratypen der digitalen und analogen Fotografie**

Oben angeführte Tabelle zeigt die am Markt erhältlichen diversen Kameratypen sowohl im analogen, wie auch im digitalen Bereich. Für die vorliegende Untersuchung wurde eine digitale Spiegelreflexkamera verwendet (in Tab. 2 rot markiert), da diese das Standardgerät für intra- und extraorale Fotografien jener Abteilung ist, an der die Studie durchgeführt wurde. Zum besseren Verständnis soll daher im Folgenden auf diese näher eingegangen werden.

## 1.2.2 Aufbau und Funktion der verwendeten Spiegelreflexkamera (Nikon D 90)

*Ausgangssituation (Abb. 2):*

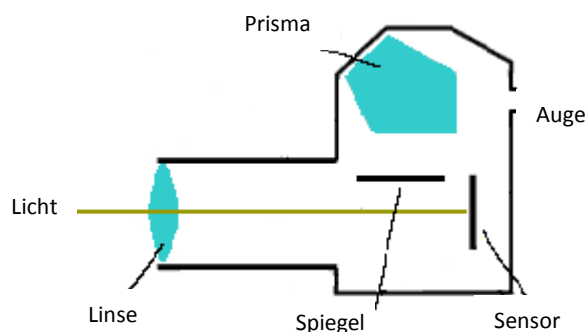
Durch das Objektiv fällt das Licht von vorne auf einen Spiegel, welcher wiederum das Bild spiegelverkehrt in ein Prisma hineinwirft. Durch dieses Prisma wird das Bild durch einen Dreieckswurf wieder richtig herum nach hinten ausgeworfen, wo es vom Auge aufgenommen wird. Demzufolge erhält das Auge genau das Bild, welches durch das Objektiv in die Kamera einfällt. Währenddessen ist der Sensor durch den heruntergeklappten Spiegel lichtgeschützt (vgl. Esen J 2013, S. 24-25, 38-39).



**Abb. 2: schematische Ausgangssituation einer Spiegelreflexkamera**

*Filmbelichtung (Abb. 3):*

Wird der Auslöser nun betätigt, klappt der Spiegel hoch. Dadurch erfolgt die Belichtung des Sensors für eine der Lichtmenge entsprechende Zeit. Das hat jedoch zur Folge, dass für diesen Augenblick kein Licht mehr durch das Prisma und damit auch nicht zum Auge gelangt. Für einige Fotografen ist dies ein entscheidender Nachteil, da sie in der Sekunde in der das Bild geschossen wird, nichts sehen. Anschließend bekommt das Auge wieder Licht, da der Spiegel zurück in die Ausgangsposition springt (vgl. Esen J 2013, S. 24-25, 38-39).



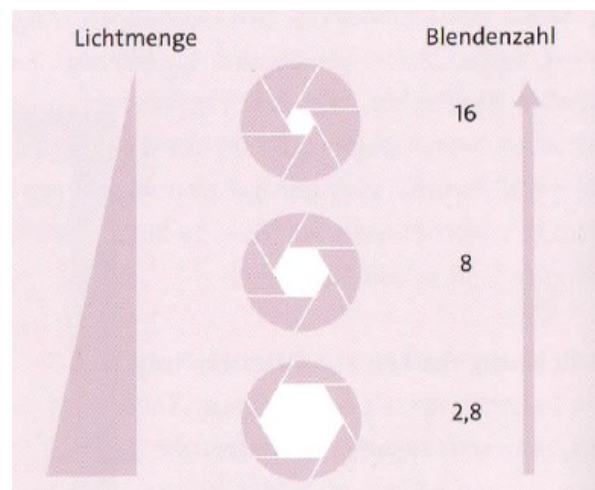
**Abb. 3: schematische Belichtung des Sensors einer Spiegelreflexkamera**

Zur Regulierung der Lichtmenge, die durch das Objektiv gelangt, stehen dem Fotografen zwei Möglichkeiten zur Verfügung: zum einen die Blende (f), eine in das Objektiv eingebaute variable Öffnung, welche die einfallende Lichtmenge reguliert, zum anderen die Belichtungszeit in Sekunden, die den Zeitraum, über den der Verschluss offen bleibt, bestimmt (vgl. Esen J 2013, S. 40).

Ist die Blende weit geöffnet, so kann genügend Licht in kurzer Zeit auf den Sensor gelangen, wodurch die Gefahr des Verwackelns gering gehalten werden kann. Der Nachteil einer großen Blende liegt jedoch darin, dass die auf dem Foto scharf erfasste Zone relativ klein gehalten wird (kleine Schärfentiefe bzw. Tiefenschärfe). Die Schärfentiefe kann durch eine kleinere Blendenöffnung vergrößert werden, dabei muss allerdings die Belichtungszeit dementsprechend verlängert werden, wodurch es zum unbeabsichtigten Verwackeln der Bilder kommen kann (vgl. Feininger A 2001, S. 138).

Für Standardaufnahmen in der Porträt- bzw. Profildokumentation wird lt. Esen ein Blendenwert von 5,6 oder 8 empfohlen. Auch bei wenig Licht sollte die Blende ein wenig geschlossen werden, um genügend Schärfentiefe zu gewährleisten (vgl. Esen J 2013, S. 111).

Ein kleiner Zahlenwert signalisiert eine weit geöffnete Blende (zB f 2,8) und somit eine kleine Schärfentiefe. Bei großen Blenden, wie zB f 22, erhält man eine Schärfentiefe, die sich weiter nach vorne und hinten im Bild ausdehnt (vgl. Esen J 2013, S. 45).



**Abb. 4: Zusammenhang zwischen Lichtmenge, Blendenöffnung und Blendenzahl**



**Abb. 5: Aufnahme einer Blumenwiese zur Demonstration der Blendenwirkung**

**links:** offene Blende (1:3) und entsprechend kleine Schärfentiefe

**rechts:** geschlossene Blende (1:36) und entsprechend große Schärfentiefe

(Quelle: Benutzerhandbuch Nikon D 90 2008, S. 79)

Bei der Einstellung der Schärfentiefe ist für die Profilfotografie von großer Bedeutung die Nase des Patienten zu fokussieren, um die benachbarte Umgebung einwandfrei scharf und somit das Profil des Patienten genau in der Schärfenebene abzubilden (vgl. Gill D, Naini F 2011, S. 67-73).

Ein weiterer wichtiger Parameter für die Belichtung ist der ISO-Wert, der die Lichtempfindlichkeit des Sensors (oder früher Films, damals auch ASA oder DIN genannt) bezeichnet. Ein niedriger Wert (bis ca. ISO 200) kennzeichnet eine geringe Empfindlichkeit. Bei hohen Werten ab ca. 800 werden die ankommenden Lichtsignale aufgewertet, wodurch man auch bei schlechten Lichtverhältnissen ohne Blitz fotografieren kann. Der Nachteil ist jedoch das dadurch entstehende Bildrauschen. Die Fotos sind übersät von kleinen Farbflecken und werden körnig. Prinzipiell sollte der ISO-Wert so niedrig wie möglich sein. Erst wenn bei schlechten Lichtverhältnissen und ohne Blitz fotografiert werden muss, kann der ISO-Wert erhöht werden (vgl. Esen J 2013, S. 18, 41).

### 1.2.3 Einstellmöglichkeiten an der Nikon D 90

Eine der wichtigsten Einstellmöglichkeit beim Fotografieren ist die angewählte Betriebsart an der Kamera. Da dieser Parameter geräteabhängig ist, soll im Folgenden auf die Einstellung der verwendeten Nikon D 90 eingegangen werden.

Der Betriebsartenwähler dieser Kamera unterscheidet zwischen den drei Grundeinstellungen 1) *Betriebsarten*, 2) *Automatikbetriebsarten* und 3) *Motivbetriebsarten*, wobei es jeweils weitere Unterfunktionen gibt:

1) *Betriebsarten*: P - Programmautomatik

S - Blendenautomatik

A - Zeitautomatik

M - Manuell

2) *Motivbetriebsarten*:  Porträt

 Landschaft

 Nahaufnahme

 Sport

 Nachtporträt

3) *Automatikbetriebsarten*:  Automatik

 Automatik (Blitz aus)



**Abb. 6: Betriebsartenwähler der Nikon D 90**

(Quelle: Benutzerhandbuch Nikon D 90)



Bei der *Programmautomatik P* werden sowohl die Belichtungszeit als auch der Blendenwert automatisch von der Kamera angepasst. Sie erlaubt die Einstellung des ISO-Wertes durch den Fotografen je nach Lichtverhältnis und ausgewähltem Motiv. Für die meisten Situationen wird somit eine optimale Belichtung erzielt, daher wird es für viele Fotografen als Standardprogramm eingesetzt (vgl. Benutzerhandbuch Nikon D 90 2008, S. 80).

Bei der *Blendenautomatik S* wählt der Fotograf eine Belichtungszeit aus, dazu stellt die Kamera die dazu passende Blende ein, mit der eine optimale Belichtung erzielt wird. Lange Belichtungszeiten werden verwendet, um Bewegungen durch Verwischen der Motive anzudeuten, kurze Belichtungszeiten, um Bewegungen einzufrieren (vgl. ebd. S. 81).

In der *Zeitautomatik A* kann die Blende eingestellt werden, um die benötigte Tiefenschärfe zu steuern. Die Kamera legt dazu automatisch die Belichtungszeit fest, die für eine optimale Belichtung notwendig ist (vgl. ebd. S. 82).

Bei der *manuellen Steuerung M* bedarf es einer Einstellung der Parameter Belichtungszeit und Blende von Hand, was viel Erfahrung im Umgang mit der Kamera und fototechnisches Wissen voraussetzt. Diese Einstellung wird nur in sehr speziellen Fällen benötigt (vgl. ebd. S. 83).

Die *Motivbetriebsarten* sind speziell für das ausgewählte Motiv ausgerichtet, die Einstellungen dazu werden automatisch optimiert. Dies ermöglicht auch fototechnisch Unerfahrenen ein Motiv mit den adäquaten Einstellungen abzubilden (vgl. ebd. S. 41).

Die Einstellung „Automatik“  (häufig auch Vollautomatik genannt) ist eine Erweiterung der Programmatomatik P. Fotografiert man mit dieser Einstellung, so werden Blende, Belichtungszeit und auch der ISO-Wert automatisch von der Kamera variiert. Wenn das Motiv schlecht belichtet ist, wird zusätzlich der Blitz automatisch ausgelöst. Man hat somit kaum Einfluss auf das Bildergebnis. Soll ohne Blitz fotografiert werden, die Kamera jedoch die übrigen Einstellungen vornehmen soll, so kann dies mit der Einstellung „Automatik (Blitz aus)“  erfolgen. Diese beiden Betriebsarten sind somit gut für einfache Fotografie nach dem Motto „Draufhalten und Abdrücken“ geeignet (vgl. ebd. S. 34).

#### 1.2.4 Lichtquelle

Licht sorgt dafür, dass dem Betrachter ein Objekt ins Auge fällt - es ist somit essentiell für die Fotografie. Dabei kommt es auf die *Art* und die *Richtung* des Lichtes an. Die *Art* des Lichts kann grob in Tageslicht oder Kunstlicht unterteilt werden. Unter Kunstlicht versteht man die Beleuchtung des Motivs durch künstliche Lichtquellen. Je nach Beleuchtungsquelle weist das Licht unterschiedliche Charakteristika in Bezug auf Farbtemperatur auf, wodurch die Wiedergabe der Motivfarben variieren kann. Zwischen einzelnen Beleuchtungsquellen können starke Farbunterschiede des Bildes auftreten (vgl. Präkel D 2007, S. 10-11).

Die *Lichtrichtung* beschreibt den Winkel zwischen Kamera, Motiv und Lichtquelle. Hierbei kann zwischen Vorder-, Seiten- und Gegenlicht unterschieden werden. Bei gleicher Lichtrichtung kann die Abstrahlfläche je nach Lichtquelle unterschiedlich groß sein. Das Licht ist umso weicher, je größer die Abstrahlfläche einer Beleuchtungsquelle ist. Dadurch kann Schatten minimiert und das beleuchtete Motiv gleichmäßig ausgeleuchtet werden. Diese Lichtsituation findet sich zB bei bewölktem Himmel oder bei der Ausleuchtung mit großen Lichtwannen im Studio und wird häufig im Porträt- oder im Beauty-Bereich eingesetzt (vgl. Hennig K, Ihring L, Papendieck M 2009, S. 149).

Bei Aufnahmen von Fotografien in Innenräumen spielt die verwendete Lichtquelle eine große Rolle, denn sie hat maßgebend Einfluss auf das Bildergebnis. Durch die vorliegenden Lichtverhältnisse muss die Belichtungszeit verlängert werden, damit durch das eingeschränkte Umgebungslicht ausreichend Strahlung auf das bildfassende Medium fällt. Bei verlängerter Belichtungszeit nimmt jedoch die Verwackelungsgefahr zu. Daher sollte überlegt werden andere bzw. mehrere Lichtquellen als das Tageslicht oder das vorhandene Deckenlicht hinzu zu nehmen (vgl. Esen J 2013, S. 113-114).

Für eine Porträtaufnahme passendes Licht erhält man durch eine weich gestreute, großflächige Lichtquelle, die das Motiv nicht direkt beleuchtet. Diese indirekte Beleuchtung, sogenannte Softboxen oder Stativleuchten, erzeugt ein weitgehend schattenfreies Licht (vgl. Freihe W 1982, S. 195).

Es kann somit festgehalten werden, dass u.a. folgende Grundregeln der Fotografie beachtet werden müssen, um gute Ergebnisse zu erzielen:

- › Ein Verwackeln verhindert man durch kurze Belichtungszeiten.
- › Die Schärfentiefe (Ausdehnung des scharf abgebildeten Bereiches im Bild) wird durch die Blendenstufe beeinflusst.
- › Die Scharfeinstellung muss sich immer auf die wichtigsten Bereiche einer Aufnahme richten.
- › Die Bildwirkung kann durch unterschiedliche Lichtverhältnisse stark beeinflusst werden (vgl. Sheppard R 2005, S. 13).

## 1.3 Farbenlehre

### 1.3.1 Farbwahrnehmung

Licht wird definiert als farblose Energiestrahlung, welche mit einer Wellenlänge von ca. 400 bis 700 nm in dem für das menschliche Auge sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums liegt. Wird ein weißer Lichtstrahl durch ein Prisma geschickt, so entsteht das Spektrum des sichtbaren Lichts - Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett (vgl. Küppers H 2012, S. 70-71).

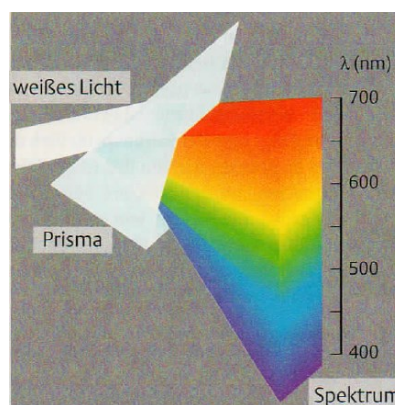


Abb. 7: Zusammensetzung des Sonnenlichts

Beim Vorgang des Sehens trifft das ins Auge einfallende Licht auf die lichtempfindlichen Sensoren (Photorezeptoren), nämlich die Stäbchen und Zapfen. Erstere sind für das Sehen bei geringer Helligkeit, auch Dämmerungssehen genannt, zuständig. Bei den farbempfindlichen Zapfen werden drei Typen unterschieden: L-Zapfen absorbieren langwelliges, gelbes bis rotes Licht, M-Zapfen absorbieren mittelwelliges, gelbes bis blaugrünes Licht und K-Zapfen absorbieren kurzwelliges, blauviolett Licht (vgl. Silbernagl S, Despopoulos A 2007, S. 354-362). Somit decken die Empfindlichkeiten der drei Zapfentypen zusammen das gesamte Farbspektrum ab.

Welchen Farbeindruck ein beobachteter Gegenstand jedoch entstehen lässt, hängt davon ab, welche Wellenlängen des sichtbaren Spektrums von der molekularen Struktur einer Materie absorbiert werden. Der nicht absorbierte Teil der Strahlung, das so genannte Restlicht, wird reflektiert und gelangt als Farbreiz ins

Auge des Betrachters, wo er durch die Photorezeptoren in elektrische Impulse umgewandelt wird und im Gehirn als Farbempfindung resultiert.

Ein Beispiel: Ein Veilchen sieht Violett aus, da es die mittel- und langwelligen Strahlen absorbiert. Nur die Kurzwelligen aktivieren als Farbreiz den Empfindungsmechanismus des Betrachters (vgl. Küppers H 2012, S. 78-84) und führen dadurch zum violetten Farbeindruck.

Somit ist Farbe immer die Sinnesempfindung des Betrachters. Ist kein Betrachter vorhanden, gibt es weder Licht noch Farbe (vgl. Küppers H 2012, S. 70-78).

Bei den Farben kann grundsätzlich zwischen Pigment- und Spektralfarben unterschieden werden. Körperfarbe wird die Farbe von Gegenständen und Materialien genannt, während Lichtfarben materiell nicht fassbar sind (zB Regenbogen, Bildschirme von Fernsehern oder Computern). Die Körperfarben bestehen aus den drei Grundfarben Rot, Gelb und Blau, da diese nicht aus anderen Farben gemischt werden können. Aus der Mischung dieser Körperfarben ergeben sich die Sekundär- oder Mischfarben Grün, Violett und Orange. Diese Art der Mischung wird als subtraktives Farbmodell bezeichnet.

Die Primärfarben der Lichtfarben sind Rot, Grün und Blau (RGB-Farben). Werden alle Lichtfarben vom kurzwelligen Violett bis zum langwelligen Rot miteinander gemischt, entsteht weißes Licht, weswegen dies als additive Farbmischung angesehen wird.

Die Grundfarben eines Druckers hingegen sind Cyan (Blaugrün), Magenta (Purpurrot), und Yellow (Gelb) (vgl. Vollmar K 2009, S. 16-17).

### **1.3.2 Psychologische Wirkung von Farben**

Unter Farbwirkung versteht man die psycho-physische Wirklichkeit einer Farbe, die sich aus der Wahrnehmung der Farbe ergibt (vgl. Itten J. 1970, S. 17).

Neben der symbolischen, kulturellen, politischen und traditionellen Farbwirkung stellt die psychologische Wirkung eine der Wichtigsten von Farben dar.

Sie beruht darauf, dass die Betrachtung von Farben durch Erfahrungen, die wir im Laufe unseres Lebens wiederholt durchleben und dadurch initialisieren, automa-

tisch unbewusste Reaktionen und Assoziationen auslösen kann (vgl. Heller E. 1989, S. 13).

Farben lösen Emotionen aus, suggerieren Stimmungen und drücken etwas über den Charakter des betrachteten Gegenstandes aus. Seit Jahrhunderten werden Farben benutzt, um Ideen und Werte mitzuteilen. Sie sind nie neutral, sondern gehen immer mit Vorstellungen einher, die subjektiv und individuell verschieden sind.

Bestimmend für die Wirkung einer Farbe, ist der Kontext, in dem sie wahrgenommen wird, d.h. es ist maßgebend wo und in welchem Zusammenhang sie erlebt wird. So kann die Empfindung einer Farbe zB im Zusammenhang mit der Medizin eine gänzlich andere sein, als zB im Kontext mit der Natur. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass die gleiche Farbe in unterschiedlichen Umgebungen unterschiedliche Reaktionen hervorruft (vgl. Bartel S. 2003, S. 41). Ein Beispiel: Die Farbe Rot wirkt bedrohend, wenn an Blut oder Verletzungen gedacht wird, bei der Betrachtung eines Sonnenuntergangs wird sie wiederum eher als angenehm bewertet.

Im Gegensatz zu Wellenlängen sind Farben keine objektiven äußerlichen Gegebenheiten, sondern entstehen erst durch die individuelle Verarbeitung der von der Retina erzeugten neuronalen Impulse im Gehirn. Durch diesen Wirkmechanismus, den sie im Sehkortex verursachen, wirken Farben auf das Zentralnervensystem und somit den Gesamtorganismus. So führt zB ein längerer Aufenthalt in einem rot gestalteten Raum zu Aktivierung, die sich in einem erhöhtem Blutdruck und einer steigender Herzfrequenz widerspiegelt (vgl. Thesmann S 2010, S. 267).

Farben hatten schon immer einen prägnanten Stellenwert in der Menschheitsgeschichte - früher mehr als heute, da sie als etwas Besonderes und Außergewöhnliches bewusster wahrgenommen wurden. Zudem hängt es laut Eva Heller stark von der Hautfarbe der Menschen in der betreffenden Kultur ab, welche Farbe als Höchste in der Farbhierarchie angesehen wird. In Afrika ist Schwarz eine bestimmende Farbe, in Europa wird Weiß sehr geschätzt, in Asien ist Gelb die höchste Farbe. Im Normalfall wird die eigene Hautfarbe als die Schönste wahrgenommen (vgl. Heller E. 1989, S. 103).

Auch wenn die oben beschriebenen Parameter nicht dezidiert Gegenstand der vorliegenden Arbeit waren, jedoch davon ausgegangen werden muss, dass sie auf die Gesamtbeurteilung einen unbewussten Einfluss haben, wurde an dieser Stelle darauf eingegangen.

### **1.3.3 Räumliche Wirkung von Farben**

Die räumliche Wirkung von Farben hängt von in der Farbe selbst befindlichen, nach der Tiefe wirkenden Kräften ab. Diese treten als Hell-Dunkel oder Kalt-Warm, als Qualität oder als Quantität auf.

Setzt man die sechs Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett auf einem schwarzen Hintergrund aneinander, kann man beobachten, dass das Gelb nach vorne zu kommen scheint, das Violett hingegen versinkt in der Tiefe des Schwarz. Verwendet man einen weißen Hintergrund, verändert sich die Tiefenwirkung. Die räumliche Farbwirkung verhält sich genau umgekehrt, Violett scheint nach vorne zu kommen, während sich Gelb nicht so stark vom Weiß abhebt und daher in den Hintergrund tritt (vgl. Itten J 1970, S. 77).

Dies führt für die Erstellung von Profild Fotografien zu der Annahme, dass sich eine Person mit hellem Teint von einem schwarzen bzw. dunklen Hintergrund deutlich mehr abhebt und in den Vordergrund treten wird, als von einem weißen bzw. hellen Hintergrund. Bei einer Person mit dunklem Teint trifft genau das Gegenteil zu.

### **1.3.4 Farbkontrast**

Kontrast bedeutet, dass zwischen zwei zu vergleichenden Farben deutliche Unterschiede oder Intervalle festzustellen sind. Steigern sich diese Unterschiede ins Maximale, so spricht man von polaren oder entgegengesetzt gleichen Kontrasten. Die höchste Steigerung solcher polarer Kontraste ist zB Schwarz-Weiß oder Kalt-Warm.

Vergleiche können vom menschlichen Auge nur durch das Mittel des Kontrastes gemacht werden. Ohne hinreichenden Kontrast ist keine visuelle Wahrnehmung möglich. Durch Kontrastfarben kann die Farbwirkung anderer Farben geschwächt oder gesteigert werden (vgl. Itten J 1970, S. 33).

Farben sind abhängig voneinander, sie beeinflussen sich gegenseitig und stehen in Wechselwirkung mit der Umgebung, welches um sie herum wirkt. In seinem Hauptwerk „Kunst der Farbe“ beschreibt Johannes Itten diese Wirkungsmechanismen zwischen Farben, durch die sich wichtige Regeln für die farbliche Gestaltung ergeben (vgl. Thesmann S 2010, S.263).

Diese sieben Kontrastwirkungen sind:

- Farbe-an-sich-Kontrast
- Hell-Dunkel-Kontrast
- Kalt-Warm-Kontrast
- Komplementär-Kontrast
- Simultan-Kontrast
- Qualitätskontrast
- Quantitätskontrast

Durch den Simultankontrast wird die Änderung einer Farbwirkung durch das Vorhandensein einer anderen Farbe im Umfeld beschrieben. Je nach Umgebungsfarbe ändern sich Farbton, Sättigung und Helligkeit der betrachteten Farbe subjektiv. Beispielsweise erscheint ein Grauton auf hellem Hintergrund dunkler, auf dunklem Hintergrund wiederum heller (vgl. Thesmann S 2010, S. 264).



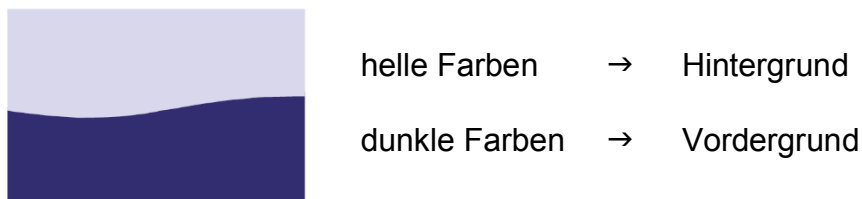
**Abb. 8: Simultankontrast**

Grau auf Schwarz → hell  
Grau auf Weiß → dunkel

Für die Fotografien im Seitenbild zur Beurteilung des Profils, wie sie in der kieferorthopädischen Diagnostik benötigt werden, ist von den oben Erwähnten weiters der Hell-Dunkel-Kontrast von Bedeutung.

Er kommt sowohl bei den unbunten Farben Weiß, Grau, Schwarz als auch bei den Buntfarben vor und entsteht durch unterschiedliche Helligkeit zweier Farben. Kein oder geringer Hell-Dunkel-Kontrast (gleiche bzw. ähnliche Helligkeiten) bringen Farben auf die gleiche Ebene, während ein starker Hell-Dunkel-Kontrast Gestaltungen plastisch erscheinen lässt.

Der Hell-Dunkel-Kontrast wird in der Fotografie verwendet, um Schatten und Licht klar voneinander zu trennen. Konturen werden somit im Bild besser erkennbar gemacht, Formen werden betont (vgl. Itten J 1970, S.37).



**Abb. 9: Hell-Dunkel-Kontrast**

### 1.3.5 Farbsymbolik

Trotz der individuellen Gefühle und Assoziationen gibt es ein allgemeines Verstehen von Farbe, welches definiert wird als die „*Empfindung, die Lichtstrahlen ihrer Wellenlänge entsprechend dem Auge vermitteln*“ (Wahrig-Burfeind R, Wahrig G 2011, S. 499).

Im Folgenden wird auf die Farben genauer eingegangen, die auch bei vorliegender Arbeit als Hintergrundfarben in den Fotografien verwendet wurden.

#### *1.3.5.1 Weiß*

Weiß entsteht durch maximale Reflexion der auftreffenden Lichtstrahlen. Weißes Licht kann mit Hilfe eines Prismas in sein Spektrum - Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett - zerlegt werden. Weiß ist somit keine Spektralfarbe, sondern die Summe aller Farben des Lichts (vgl. Heller E 1989, S. 145).

Weiß wird hauptsächlich mit positiven Eigenschaften in Verbindung gebracht (vgl. Bartel S 2003, S101).

Außerdem ist Weiß die klassisch assoziierte Farbe im medizinischen Alltag, was sich zB bei der Arbeitskleidung widerspiegelt, da sie hygienische Zustände und Reinheit vermittelt (vgl. Thesmann S 2010, S. 272).

Jede andere Farbe wird in Kombination mit Weiß schwächer und dadurch in ihrer ursprünglichen Bedeutung abgeändert (vgl. Thesmann S 2010, S. 276).

#### *1.3.5.2 Violett*

Violett ist nach dem subtraktiven Farbmodell eine Mischung aus Rot und Blau und hat eine Wellenlänge von 396-450nm im Lichtspektrum. Es kann in zwei Ausprägungen auftreten: entweder als Blauviolett (zB Indigo) oder Rotviolett (zB Purpur). Von Lila wird dann gesprochen, wenn das Violett mit Weiß aufgehellt wird (vgl. Vollmar K 2009, S. 173-178).

Violett hat immer etwas Vertiefendes, nach Innen führendes an sich. Wie bei allen Farben verliert sich diese Eigenschaft jedoch zunehmend, je mehr die Farbhelligkeit zunimmt. (vgl. Heller E. 1989, S. 165 - 171)

#### *1.3.5.3 Blau*

Als reines Blau wird eine Farbe dann bezeichnet, wenn sie weder Gelbliches noch Rötliches in sich hat (vgl. Itten J 1970, S. 88). Mit einer Wellenlänge von ca. 450-500nm liegt sie im kurzwelligen Bereich des elektromagnetischen Spektrums.

Eine psychologische Wirkung der Farbe Blau ist die der unbegrenzten Dimensionen (Himmelsblau), durch diese Eigenschaft wirkt Blau in Kombination mit anderen Farben immer am weitesten entfernt (vgl. Heller E 1989, S.23-28).

#### *1.3.5.4 Grün*

Grün entsteht durch die subtraktive Mischung von Gelb und Blau und besitzt eine Wellenlänge von 500-550nm. Unter allen Mischfarben ist Grün die Selbstständigste, da sie kaum an ihre beiden Ursprungsfarben Gelb und Blau erinnert. Deshalb ist es äußerst schwierig, ein harmonisches Grün zu bezeichnen, bei dem keine der Entstehungsfarben vorherrschend ist (vgl. Vollmar K 2009, S. 233-236).

Grün ist eine statische Farbe, es hat keine nach außen wirkende Energie. In unserem Farbempfinden stehen sich Blau und Rot gegenüber, Grün steht immer in der Mitte. Grün in seiner Neutralität strahlt Ruhe, Festigkeit und Schutz aus, es wirkt beruhigend und sicher. Im Gegensatz zu Blau hat es allerdings keine so ausgeprägte, ruhigstellende Wirkung auf den Organismus (vgl. Heller E 1989, S. 71-80).

#### *1.3.5.5 Schwarz*

Schwarz ist seiner physikalischen Entstehung nach der absolute Gegenpol zu Weiß. Es entsteht dann, wenn ein Körper sämtliche Lichtstrahlen absorbiert.

Dies spiegelt sich auch in den Assoziationen zur ihr wieder. Im Gegensatz zu Weiß, das vorwiegend mit positiven Assoziationen in Zusammenhang steht, ruft Schwarz einen sehr hohen Anteil an negativen Vorstellungen, Ängsten, Befürchtungen hervor.

In ihrem Beisein kann die positive Wirkung anderer Farben in ihr Gegenteil gekehrt werden (vgl. Heller E 1989, S. 89).

Schwarz ist die Farbe der Individualität und Abgrenzung. Durch schwarze Kleidung wird die Wirkung eines Menschen auf sein Gesicht, das Zentrum der Individualität, konzentriert. Bei Schwarz tritt die Kontur in den Vordergrund (vgl. Heller E 1989, S. 101).

## **2 MATERIAL UND METHODE**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die optimalen Verhältnisse für Aufnahme und Beurteilung von Patientenfotos in der Seitenansicht, wie sie in der kieferorthopädischen Diagnostik verwendet werden, zu eruieren.

Grundlage dieser Arbeit ist eine schriftliche Befragung der Untersucher/innen anhand standardisierter Profilaufnahmen zweier Testpersonen mit unterschiedlicher Hautfarbe, mit diversen Hintergrundfarben bei wechselnden Beleuchtungsverhältnissen bzw. Kameraeinstellungen.

### ***2.1 Datenerhebung***

#### **2.1.1 Erstellung der zu bewertenden Fotografien**

Für die schriftliche Befragung der Probanden/innen wurden Fotografien zweier Testpersonen im Seitenbild gemacht.

Die dafür verwendete Kamera war die digitale Spiegelreflexkamera Nikon D 90 mit dem dazugehörigen Ringblitz Sigma DG 140.

Die Testpersonen saßen auf einem Drehstuhl in einem Winkel von 90° zur Kamera, mit einem Abstand zur hinteren Wand von 35cm und einem Abstand zur Kamera von 140cm.

Die Aufnahme erfolgte bei ungezwungener Lippenhaltung in Schlussbissposition. Die Testpersonen wurden aufgefordert sich einen Spiegel an der gegenüberliegenden Wand vorzustellen, wodurch die natürliche Kopfposition (Natural Head Position) eingenommen wurde.

Die zu untersuchenden Parameter Hintergrundfarbe, Hautfarbe und Beleuchtungsverhältnisse/Kameraeinstellung wurden durch folgende Maßnahmen variiert:

## 1) Hautfarbe

Die fotografierten Testpersonen unterscheiden sich in ihrer Hautfarbe. Es wurde eine Testperson mit hellem und eine Testperson mit dunklem Teint fotografiert.

Für die Studie wurden zwei Frauen herangezogen, da einerseits ein Vergleich zwischen einer männlichen und weiblichen Person eventuell irritiert und eine Verfälschung der Ergebnisse mit sich gebracht hätte. Andererseits weil die Teints zwischen den Geschlechtern in ihrer Helligkeit unterschiedlich sind.

Der Helligkeitsgrad des dunklen Teints hängt stark vom Ursprungsland ab. Die Testperson mit dem dunklen Teint, die für diese Untersuchung herangezogen wurde, stammt aus Nigeria.

## 2) Hintergrundfarbe

Die verwendeten Hintergrundfarben (in nachfolgender Tabelle 3 aufgelistet) wurden an der hinter der Testperson befindlichen Wand über einen Holzrahmen gespannt und für die einzelnen Fotoserien gewechselt.

Zur Orientierung bei der Bewertung wurden - je nach Hintergrundfarbe - die Profilfotografien der Testperson mit hellem Teint mit Nummern von 1 bis 7, für die Testperson mit dunklem Teint mit Nummern von 11 bis 17 kodiert.

| Hintergrundfarben | heller Teint | dunkler Teint |
|-------------------|--------------|---------------|
| weiß matt         | 1            | 11            |
| weiß glänzend     | 2            | 12            |
| blau matt         | 3            | 13            |
| blau glänzend     | 4            | 14            |
| violett           | 5            | 15            |
| grün              | 6            | 16            |
| schwarz           | 7            | 17            |

**Tab. 3: Kodierung der verwendeten Hintergrundfarben je nach Testperson**

### 3) Beleuchtungsverhältnisse und Kameraeinstellung

Um den Einfluss der Be- bzw. Ausleuchtung des zu fotografierenden Bereiches festzustellen wurden zwei verschiedene Beleuchtungsarten herangezogen:

1. Ringblitz Sigma DG 140
2. Stativleuchten Reporter 1000

Die Stativleuchten wurden an zwei unterschiedlichen Positionen aufgestellt. Eine Leuchte belichtete die Testperson direkt von frontal in einem Abstand von 1m. Die zweite Leuchte wurde hinter der Testperson in einem Abstand von 1,40m zur Ausleuchtung des Hintergrundes positioniert.

Des Weiteren wurde mit den zwei Kameraeinstellungen „Programmautomatik“ und „manuell“ fotografiert, für welche individuelle Belichtungszeiten und Blendenzahlen verwendet wurden.

Aus diesen beiden Variablen ergaben sich somit die fünf unterschiedlichen Aufnahmemodi A-E:

|                            | <b>A</b>                | <b>B</b>                | <b>C</b>                | <b>D</b>  |          |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---|----------|
| <b>Kameraeinstellung</b>   | Programm-automatik      | Manuell                 | Programm-automatik      | Manuell   | Prog aut |
| <b>Belichtungszeit</b>     | 0,320 sec.              | 0,125 sec.              | 0,125 sec.              | 0,125 sec.                                      | 0,0      |
| <b>Blende</b>              | f 4,5                   | f 5,6                   | f 5,6                   | f 8   |          |
| <b>Beleuchtungsart</b>     | Stativleuchte           | Stativleuchte           | Blitz und Stativleuchte | Blitz und Stativleuchte                         |          |
| <b>Beleuchtungswirkung</b> | Hintergrundausleuchtung | Hintergrundausleuchtung | Direkte Beleuchtung     | Direkte Beleuchtung und Hintergrundausleuchtung | Dire leu |

**Tab. 4: verwendete Aufnahmemodi zur Erstellung der Profild Fotografien**

Durch die drei variierten Parameter Hautfarbe, Hintergrundfarbe und Beleuchtungsverhältnisse/Kameraeinstellung ergab sich eine Gesamtanzahl von insgesamt 70 erstellten Fotografien.

### 2.1.2 Kodierung der erstellten Fotografien

In den Tabellen 5 und 6 sind zur Übersicht die Kodierungen aller erstellten Fotografien, getrennt für hellen und dunklen Teint, dargestellt.

| <b>Einstellung</b><br><b>Hintergrundfarbe</b> | A  | B  | C  | D  | E  |
|---|----|----|----|----|----|
| 1 = weiß matt                                 | 1A | 1B | 1C | 1D | 1E |
| 2 = weiß glänzend                             | 2A | 2B | 2C | 2D | 2E |
| 3 = blau matt                                 | 3A | 3B | 3C | 3D | 3E |
| 4 = blau glänzend                             | 4A | 4B | 4C | 4D | 4E |
| 5 = violett                                   | 5A | 5B | 5C | 5D | 5E |
| 6 = grün                                      | 6A | 6B | 6C | 6D | 6E |
| 7 = schwarz                                   | 7A | 7B | 7C | 7D | 7E |

Tab. 5: Kodierung der erstellten Fotografien der Testperson mit hellem Teint

| <b>Einstellung</b><br><b>Hintergrundfarbe</b> | A   | B   | C   | D   | E   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 11 = weiß matt                                | 11A | 11B | 11C | 11D | 11E |
| 12 = weiß glänzend                            | 12A | 12B | 12C | 12D | 12E |
| 13 = blau matt                                | 13A | 13B | 13C | 13D | 13E |
| 14 = blau glänzend                            | 14A | 14B | 14C | 14D | 14E |
| 15 = violett                                  | 15A | 15B | 15C | 15D | 15E |
| 16 = grün                                     | 16A | 16B | 16C | 16D | 16E |
| 17 = schwarz                                  | 17A | 17B | 17C | 17D | 17E |

Tab. 6: Kodierung der erstellten Fotografien der Testperson mit dunklem Teint

Die Abbildungen 10 und 11 zeigen die Bilder 1A und 11A und dienen an dieser Stelle der Veranschaulichung, die Gesamtheit der 70 erstellten Fotografien befindet sich im Anhang.



**Abb. 10: Profilfotografie 1A**



**Abb. 11: Profilfotografie 11A**

### **2.1.3 Studienteilnehmer/-innen**

Für die schriftliche Befragung wurden zwei Untersucherguppen festgelegt. Die erste Gruppe bestand aus sieben Fachärzten/innen für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, die an der klinischen Abteilung für Kieferorthopädie der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Graz tätig sind.

Die zweite Gruppe setzte sich aus acht Studierenden der Zahnmedizin aus dem 3. Abschnitt zusammen.

### **2.1.4 Beurteilung der Bilder**

Die schriftliche Befragung der Studienteilnehmer/innen fand in einem ruhigen, separaten Raum mit jedem/r Teilnehmer/in einzeln statt. Die 70 Fotografien wurden auf einem Bildschirm (Acer B223v) in 2er- bzw. 3er-Gruppen präsentiert.

Die Studienteilnehmer/innen wurden dazu aufgefordert den Kontrast des Profilverlaufs im Vergleich zum jeweiligen Hintergrund bei jedem Bild einzeln zu beurteilen. Zur Bewertung stand den Studienteilnehmer/innen eine Skala von 1 bis 6 zur Verfügung, wobei 1 „sehr gut“ und 6 „sehr schlecht“ bedeutet.

Um den Einfluss der vorherrschenden Lichtverhältnisse auf die Beurteilung zu untersuchen, wurde die Befragung der Studienteilnehmer/innen zuerst bei Tageslicht, anschließend bei Dunkelheit im Raum durchgeführt.

Die Bewertungspunkte wurden von den Studienteilnehmer/innen auf einem Übertragungsbogen schriftlich festgehalten.

## **2.2 Datenauswertung**

Um einen Überblick über alle erhobenen Einflussfaktoren zu erhalten, wurde zu Beginn eine einfache Regressionsanalyse durchgeführt. Bei dieser Analyse wurden die Einflussfaktoren einzeln und in Kombination miteinander berechnet. Dadurch lässt sich der Einfluss der unabhängigen Variablen (Lichtverhältnis, Hintergrundfarbe, Aufnahmeeinstellung, Teint) auf die abhängige Variable (Bewertung der Profild Fotografien) auf der Grundlage der Stichprobe feststellen.

Für die einzelne Auswertung der erhobenen Einflussfaktoren wurden zum einen Methoden der mathematischen Statistik zum anderen Methoden der deskriptiven Statistik angewandt.

Die Variablen „Untersucherguppen“, „Geschlecht“ und „Lichtverhältnisse“ wurden durch einen t-Test für abhängige Stichproben auf ihre Signifikanz überprüft, da diese Stichproben systematisch miteinander verbunden sind.

Die Variable „Teint der fotografierten Testperson“ wurde durch einen t-Test für unabhängige Stichproben auf ihre Signifikanz überprüft, da die zu vergleichenden Mittelwerte aus zwei unabhängigen Stichproben stammen.

In beiden Fällen handelt es sich dann um einem signifikanten Unterschied, wenn die Signifikanz  $p$  kleiner als 0,05 ist.

Die Variablen „Aufnahmeeinstellung“ und „Hintergrundfarben“ wurden durch Reihung der jeweiligen arithmetischen Mittel untersucht, da durch dieses Vorgehen ein systematischer Überblick über die Bewertung der Profild Fotografien dargestellt werden kann.

### 3 ERGEBNISSE

#### 3.1 Statistische Analyse aller Faktoren gemeinsam in Form einer Regressionsanalyse

In dieser Regressionsanalyse wurden die unabhängigen Variablen Untersucher/innen und Geschlecht der Untersucher/innen nicht berücksichtigt, da sich bei diesen beiden Variablen kein signifikanter Einfluss ergibt, was in den Kapiteln 3.2 bzw. 3.3 näher erläutert wird.

Ist die Signifikanz  $p$  kleiner als 0,05 kann man sagen, dass diese Faktoren alleine bzw. zusammen einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung der Profilfotografien haben. Die folgende Tabelle zeigt das Ergebnis der durchgeführten Regressionsanalyse, wobei die Faktoren, die einen signifikanten Einfluss haben, durch rote Markierungen hervorgehoben sind.

| Faktoren   | p     |
|--|-------|
| Lichtverhältnis  | 0,330 |
| Hintergrundfarbe   | 0,046 |
| Aufnahmeeinstellung  | 0,071 |
| Teint  | 0,367 |
| Lichtverhältnis * Hintergrundfarbe                               | 0,212 |
| Lichtverhältnis * Aufnahmeeinstellung                            | 0,842 |
| Lichtverhältnis * Teint  | 0,410 |
| Hintergrundfarbe * Aufnahmeeinstellung                           | 0,292 |
| Hintergrundfarbe * Teint   | 0,439 |
| Aufnahmeeinstellung * Teint                                      | 0,033 |
| Lichtverhältnis * Hintergrundfarbe * Aufnahmeeinstellung         | 0,535 |
| Lichtverhältnis * Hintergrundfarbe * Teint                       | 0,785 |
| Lichtverhältnis * Aufnahmeeinstellung * Teint                    | 0,006 |
| Hintergrundfarbe * Aufnahmeeinstellung * Teint                   | 0,005 |
| Lichtverhältnis * Hintergrundfarbe * Aufnahmeeinstellung * Teint | 0,985 |

Tab. 7: Signifikanz der unabhängigen Variablen einzeln und in Kombination miteinander

In der oben angeführten Tabelle ist zu erkennen, dass nur die Hintergrundfarbe als einzelner Einflussfaktor einen signifikanten Einfluss hat. Bei der Kombination der unabhängigen Variablen miteinander ergeben die Kombinationen Aufnahmeeinstellung\*Teint, Lichtverhältnis\*Aufnahmeeinstellung\*Teint und Hintergrundfarbe\*Aufnahmeeinstellung\*Teint einen signifikanten Einfluss.

Alle vier untersuchten Parameter zusammen (Lichtverhältnis\*Hintergrundfarbe\*Aufnahmeeinstellung\*Teint) ergeben keinen signifikanten Einfluss.

### ***3.2 Unterschied zwischen den Untersuchergruppen***

Bei der statistischen Auswertung der Untersuchergruppen ergibt sich bei keinem der bewerteten Bilder ein signifikanter Unterschied zwischen den Studierenden der Zahnmedizin und den Fachärzten/innen für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, die an der klinischen Abteilung für Kieferorthopädie der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Graz tätig sind.

Daher können die beiden Gruppen für die weitere Auswertung zusammengefasst werden, was die Fallzahl für die gesamte Untersuchung von jeweils acht bzw. sieben Untersucher/innen der beiden Untersuchergruppen auf insgesamt 15 Untersucher/innen erhöht.

### ***3.3 Unterschied zwischen den Geschlechtern der Untersucher/innen***

Unter den insgesamt 15 Untersucher/innen befinden sich acht weibliche Untersucherinnen und sieben männliche Untersucher.

Die Bewertungen dieser beider Gruppen wurden auf einen eventuellen Geschlechterunterschied getestet. Die Auswertung ergibt, dass das Geschlecht keinen signifikanten Einfluss auf die Bewertungen der Profild Fotografien hat.

### 3.4 Einfluss der vorliegenden Lichtverhältnisse im Bewertungsraum

Die Bewertungen der Profild Fotografien bei Tageslicht und die Bewertungen im abgedunkelten Raum wurden statistisch analysiert und die ermittelten Werte gesondert für den hellen und den dunklen Teint aufbereitet.

#### 3.4.1 Einfluss der Lichtverhältnisse bei der Bewertung der Fotografien der Testperson mit hellem Teint

In der nachfolgenden Tabelle 8 werden die statistischen Kennwerte Minimalwert (Min), Maximalwert (Max), arithmetischer Mittelwert  $\bar{x}$ , Standardabweichung  $\sigma$  und Signifikanz  $p$  aller Bewertungen der Fotografien der Testperson mit hellem Teint getrennt nach den Lichtverhältnissen „Tageslicht“ und „abgedunkelter Raum“ aufgelistet.

In der ersten Spalte befinden sich die Kodierungen der bewerteten Fotografien von 1A-7E. Diese Felder sind zur leichteren Orientierung mit den Farben hinterlegt, die auch in den Profild Fotografien als Hintergrundfarben dienten.

| Bild | Tageslicht |     |           |          | Abgedunkelter Raum |     |           |          | p     |
|------|------------|-----|-----------|----------|--------------------|-----|-----------|----------|-------|
|      | Min        | Max | $\bar{x}$ | $\sigma$ | Min                | Max | $\bar{x}$ | $\sigma$ |       |
| 1A   | 1          | 6   | 2,7       | 1,5      | 1                  | 5   | 2,1       | 1,1      | 0,095 |
| 1B   | 1          | 5   | 2,7       | 1,1      | 1                  | 4   | 2,0       | 0,9      | 0,012 |
| 1C   | 3          | 6   | 5,3       | 1,0      | 2                  | 6   | 5,1       | 1,2      | 0,189 |
| 1D   | 2          | 5   | 2,5       | 0,9      | 2                  | 5   | 2,5       | 0,9      | 0,990 |
| 1E   | 2          | 6   | 3,9       | 1,3      | 1                  | 6   | 4,1       | 1,4      | 0,458 |
| 2A   | 1          | 6   | 2,9       | 1,3      | 1                  | 5   | 2,3       | 1,2      | 0,023 |
| 2B   | 1          | 5   | 2,8       | 1,3      | 1                  | 5   | 2,4       | 1,2      | 0,111 |
| 2C   | 3          | 6   | 5,4       | 1,0      | 3                  | 6   | 5,4       | 1,0      | 1,000 |
| 2D   | 2          | 5   | 2,8       | 1,1      | 2                  | 5   | 2,8       | 1,0      | 0,990 |
| 2E   | 1          | 6   | 3,5       | 1,5      | 1                  | 6   | 4,2       | 1,6      | 0,006 |
| 3A   | 1          | 5   | 2,5       | 1,2      | 1                  | 4   | 1,9       | 1,0      | 0,045 |
| 3B   | 1          | 5   | 2,1       | 1,0      | 1                  | 3   | 1,8       | 0,8      | 0,452 |
| 3C   | 2          | 6   | 4,3       | 1,3      | 2                  | 6   | 4,3       | 1,0      | 1,000 |
| 3D   | 1          | 5   | 2,1       | 1,1      | 1                  | 3   | 1,9       | 0,9      | 0,271 |

|    |   |   |     |     |   |   |     |     |       |
|----|---|---|-----|-----|---|---|-----|-----|-------|
| 3E | 1 | 4 | 2,7 | 0,7 | 2 | 4 | 2,9 | 0,8 | 0,510 |
| 4A | 1 | 5 | 2,9 | 1,2 | 1 | 4 | 2,2 | 1,0 | 0,007 |
| 4B | 1 | 4 | 2,2 | 0,9 | 1 | 3 | 1,6 | 0,7 | 0,023 |
| 4C | 3 | 6 | 4,7 | 1,0 | 2 | 6 | 4,8 | 1,0 | 0,751 |
| 4D | 1 | 5 | 2,9 | 1,2 | 1 | 4 | 2,1 | 0,9 | 0,452 |
| 4E | 1 | 4 | 2,2 | 0,9 | 2 | 5 | 3,2 | 0,9 | 0,610 |
| 5A | 1 | 5 | 2,9 | 1,4 | 1 | 4 | 2,3 | 1,2 | 0,007 |
| 5B | 1 | 5 | 2,9 | 1,0 | 1 | 4 | 2,5 | 0,9 | 0,334 |
| 5C | 4 | 6 | 5,5 | 0,6 | 4 | 6 | 5,5 | 0,8 | 0,774 |
| 5D | 2 | 4 | 2,9 | 0,7 | 1 | 4 | 2,2 | 0,9 | 0,007 |
| 5E | 2 | 5 | 3,3 | 1,0 | 2 | 5 | 3,4 | 1,2 | 0,836 |
| 6A | 1 | 5 | 2,4 | 1,2 | 1 | 3 | 1,9 | 0,9 | 0,006 |
| 6B | 1 | 4 | 2,1 | 0,8 | 1 | 4 | 1,9 | 0,9 | 0,217 |
| 6C | 3 | 6 | 4,9 | 1,1 | 2 | 6 | 5,2 | 1,3 | 0,262 |
| 6D | 1 | 6 | 3,1 | 1,3 | 1 | 5 | 2,3 | 1,0 | 0,017 |
| 6E | 2 | 4 | 2,9 | 0,8 | 2 | 5 | 3,0 | 1,1 | 0,836 |
| 7A | 1 | 4 | 1,8 | 1,1 | 1 | 2 | 1,3 | 0,5 | 0,041 |
| 7B | 1 | 3 | 1,6 | 0,6 | 1 | 2 | 1,5 | 0,5 | 0,433 |
| 7C | 3 | 6 | 4,9 | 1,1 | 2 | 6 | 4,6 | 1,3 | 0,217 |
| 7D | 1 | 3 | 1,8 | 0,7 | 1 | 3 | 1,4 | 0,7 | 0,009 |
| 7E | 2 | 5 | 2,9 | 1,0 | 1 | 5 | 2,7 | 1,1 | 0,271 |

**Tab. 8: statistische Kennwerte der Bewertungen der Profild Fotografien der Testperson mit hellem Teint getrennt nach Lichtverhältnissen**

Bei 12 von 35 Fotografien lassen sich signifikante Unterschiede bei den zugehörigen Bewertungen feststellen; diese sind in oben angeführter Tabelle rot hervorgehoben.

Durch die arithmetischen Mittelwerte wird ersichtlich, dass die Bewertungen im abgedunkelten Raum niedriger, demzufolge besser ausfallen, als die Bewertungen bei Tageslicht. Nur bei der Fotografie 2E (Testperson mit hellem Teint, Hintergrundfarbe weiß glänzend, Programmautomatik, 0,06sec. Belichtungszeit, Blende f4, Ringblitz) ergibt sich eine Ausnahme.

### 3.4.2 Einfluss der Lichtverhältnisse bei der Bewertung der Fotografien der Testperson mit dunklem Teint

In der nachfolgenden Tabelle sind, wie auch in Punkt 3.4.1, die statistisch relevanten Kennwerte aller Bewertungen der Fotografien der Testperson mit dunklem Teint getrennt nach Lichtverhältnissen aufgelistet.

Die Kodierung der bewerteten Fotografien ist entsprechend des dunklen Teints angepasst (11A - 17E).

| Bild | Tageslicht |     |           |          | Abgedunkelter Raum |     |           |          | p     |
|------|------------|-----|-----------|----------|--------------------|-----|-----------|----------|-------|
|      | Min        | Max | $\bar{x}$ | $\sigma$ | Min                | Max | $\bar{x}$ | $\sigma$ |       |
| 11A  | 1          | 4   | 1,9       | 1,1      | 1                  | 3   | 1,9       | 0,7      | 1,000 |
| 11B  | 2          | 5   | 2,3       | 0,8      | 1                  | 4   | 2,1       | 0,9      | 0,499 |
| 11C  | 2          | 6   | 3,9       | 1,2      | 2                  | 6   | 3,9       | 1,4      | 1,000 |
| 11D  | 1          | 5   | 2,7       | 1,2      | 1                  | 5   | 2,7       | 1,1      | 1,000 |
| 11E  | 2          | 6   | 4,0       | 1,1      | 1                  | 6   | 4,1       | 1,4      | 0,774 |
| 12A  | 1          | 5   | 2,3       | 1,1      | 1                  | 5   | 2,1       | 1,2      | 0,546 |
| 12B  | 1          | 4   | 2,2       | 1,2      | 1                  | 4   | 2,2       | 1,1      | 1,000 |
| 12C  | 2          | 6   | 4,4       | 1,1      | 2                  | 6   | 3,9       | 1,3      | 0,029 |
| 12D  | 2          | 5   | 3,3       | 1,0      | 1                  | 4   | 2,8       | 0,9      | 0,027 |
| 12E  | 2          | 6   | 4,7       | 1,8      | 2                  | 6   | 4,3       | 1,3      | 0,082 |
| 13A  | 1          | 3   | 2,1       | 0,7      | 1                  | 4   | 2,1       | 0,8      | 0,774 |
| 13B  | 1          | 4   | 2,1       | 1,2      | 1                  | 4   | 1,6       | 1,0      | 0,072 |
| 13C  | 2          | 6   | 4,4       | 1,5      | 2                  | 6   | 3,9       | 1,4      | 0,187 |
| 13D  | 1          | 3   | 2,3       | 0,7      | 1                  | 3   | 2,1       | 0,7      | 0,271 |
| 13E  | 3          | 6   | 4,3       | 1,2      | 1                  | 6   | 3,9       | 1,5      | 0,138 |
| 14A  | 1          | 4   | 2,0       | 1,1      | 1                  | 4   | 2,1       | 1,0      | 0,719 |
| 14B  | 1          | 4   | 2,3       | 1,0      | 1                  | 4   | 1,9       | 1,0      | 0,136 |
| 14C  | 2          | 6   | 4,1       | 1,3      | 2                  | 6   | 3,8       | 1,1      | 0,164 |
| 14D  | 1          | 6   | 2,7       | 1,4      | 1                  | 4   | 2,1       | 1,0      | 0,095 |
| 14E  | 2          | 6   | 4,7       | 1,4      | 1                  | 6   | 4,1       | 1,5      | 0,036 |
| 15A  | 1          | 5   | 2,8       | 1,0      | 1                  | 5   | 2,5       | 1,2      | 0,389 |
| 15B  | 1          | 5   | 3,0       | 1,0      | 1                  | 5   | 3,2       | 1,1      | 0,550 |
| 15C  | 2          | 6   | 4,2       | 1,4      | 2                  | 6   | 4,0       | 1,3      | 0,458 |
| 15D  | 2          | 5   | 2,9       | 1,0      | 1                  | 5   | 2,7       | 1,0      | 0,334 |
| 15E  | 2          | 6   | 3,9       | 1,4      | 2                  | 6   | 4,1       | 1,1      | 0,301 |

|     |   |   |     |     |   |   |     |     |       |
|-----|---|---|-----|-----|---|---|-----|-----|-------|
| 16A | 1 | 4 | 2,2 | 0,9 | 1 | 4 | 2,2 | 0,9 | 1,000 |
| 16B | 1 | 3 | 1,9 | 0,7 | 1 | 3 | 1,8 | 0,7 | 0,546 |
| 16C | 2 | 6 | 3,9 | 1,3 | 2 | 6 | 3,9 | 1,0 | 1,000 |
| 16D | 2 | 6 | 3,3 | 1,2 | 2 | 5 | 2,9 | 1,0 | 0,238 |
| 16E | 2 | 6 | 4,2 | 1,4 | 2 | 6 | 4,4 | 1,6 | 0,384 |
| 17A | 1 | 4 | 1,8 | 0,9 | 1 | 4 | 1,7 | 0,8 | 0,670 |
| 17B | 1 | 2 | 1,3 | 0,5 | 1 | 2 | 1,1 | 0,4 | 0,164 |
| 17C | 2 | 6 | 3,7 | 1,3 | 2 | 5 | 3,7 | 1,0 | 0,836 |
| 17D | 1 | 3 | 2,2 | 0,8 | 1 | 3 | 2,1 | 0,9 | 0,499 |
| 17E | 2 | 6 | 4,0 | 1,4 | 2 | 6 | 3,9 | 1,4 | 0,744 |

**Tab. 9: statistische Kennwerte der Bewertungen der Profild Fotografien der Testperson mit dunklem Teint getrennt nach Lichtverhältnissen**

Bei den Profild Fotografien der Testperson mit dunklem Teint lassen sich bei drei der insgesamt 35 Fotografien signifikante Unterschiede bei den zugehörigen Bewertungen feststellen; diese sind in oben angeführter Tabelle rot markiert.

Durch die arithmetischen Mittelwerte wird ersichtlich, dass die Bewertungen im abgedunkelten Raum niedriger, demzufolge besser, ausfielen als die Bewertungen bei Tageslicht.

### ***3.5 Einfluss der Teints der Testpersonen auf die Bewertungen***

Die Tabelle 10 zeigt die ermittelten arithmetischen Mittelwerte und die Signifikanzen der Bewertungen der Profild Fotografien der Testpersonen mit hellem und dunklem Teint getrennt nach den Lichtverhältnissen.

Die betreffenden Bilder werden in der ersten Spalte zum einen durch die Kodierung 1A-7E (heller Teint) bzw. 11A-17E (dunkler Teint), zum anderen durch die hinterlegten Farben Gelb (heller Teint) bzw. Grau (dunkler Teint) gekennzeichnet. Wie bereits in Tabelle 8 und 9 sind die Felder zusätzlich mit den Farben ausgefüllt, die auch in den Profild Fotografien als Hintergrundfarbe dienten.

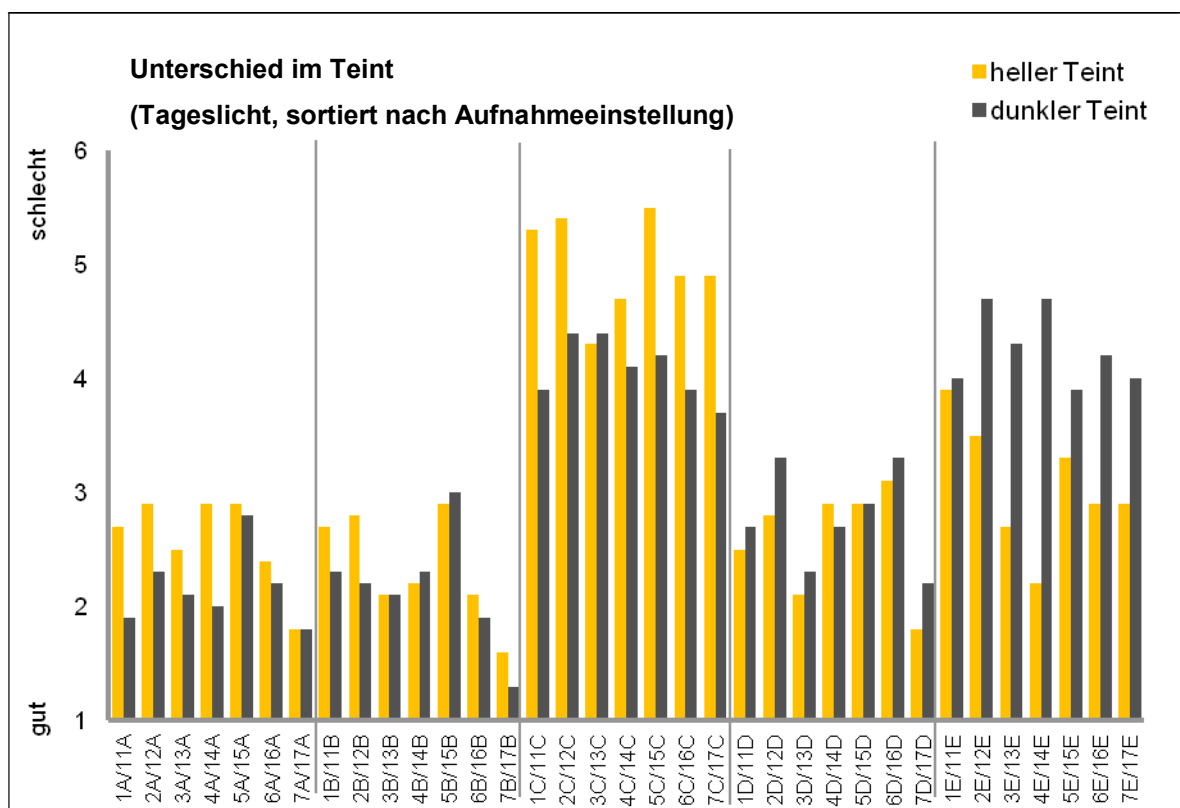
|        | Tageslicht             |                         |       | Abgedunkelter Raum     |                         |       |
|--------|------------------------|-------------------------|-------|------------------------|-------------------------|-------|
| Bild   | $\bar{x}$ heller Teint | $\bar{x}$ dunkler Teint | p     | $\bar{x}$ heller Teint | $\bar{x}$ dunkler Teint | p     |
| 1A/11A | 2,7                    | 1,9                     | 0,145 | 2,1                    | 1,9                     | 0,695 |
| 1B/11B | 2,7                    | 2,3                     | 0,268 | 2                      | 2,1                     | 0,695 |
| 1C/11C | 5,3                    | 3,9                     | 0,002 | 5,1                    | 3,9                     | 0,017 |
| 1D/11D | 2,5                    | 2,7                     | 0,616 | 2,5                    | 2,7                     | 0,593 |
| 1E/11E | 3,9                    | 4                       | 0,884 | 4,1                    | 4,1                     | 0,899 |
| 2A/12A | 2,9                    | 2,3                     | 0,184 | 2,3                    | 2,1                     | 0,758 |
| 2B/12B | 2,8                    | 2,2                     | 0,205 | 2,4                    | 2,2                     | 0,642 |
| 2C/12C | 5,4                    | 4,4                     | 0,015 | 5,4                    | 3,9                     | 0,002 |
| 2D/12D | 2,8                    | 3,3                     | 0,167 | 2,8                    | 2,8                     | 0,000 |
| 2E/12E | 3,5                    | 4,7                     | 0,040 | 4,2                    | 4,3                     | 0,804 |
| 3A/13A | 2,5                    | 2,1                     | 0,288 | 1,9                    | 2,1                     | 0,432 |
| 3B/13B | 2,1                    | 2,1                     | 0,871 | 1,8                    | 1,6                     | 0,542 |
| 3C/13C | 4,3                    | 4,4                     | 0,897 | 4,3                    | 3,9                     | 0,380 |
| 3D/13D | 2,1                    | 2,3                     | 0,700 | 1,9                    | 2,1                     | 0,651 |
| 3E/13E | 2,7                    | 4,3                     | 0,000 | 2,9                    | 3,9                     | 0,022 |
| 4A/14A | 2,9                    | 2                       | 0,045 | 2,2                    | 2,1                     | 0,714 |
| 4B/14B | 2,2                    | 2,3                     | 0,849 | 1,6                    | 1,9                     | 0,296 |
| 4C/14C | 4,7                    | 4,1                     | 0,137 | 4,8                    | 3,8                     | 0,017 |
| 4D/14D | 2,9                    | 2,7                     | 0,401 | 2,1                    | 2,1                     | 0,847 |
| 4E/14E | 2,2                    | 4,7                     | 0,001 | 3,2                    | 4,1                     | 0,067 |
| 5A/15A | 2,9                    | 2,8                     | 0,880 | 2,3                    | 2,5                     | 0,539 |
| 5B/15B | 2,9                    | 3                       | 0,716 | 2,5                    | 3,2                     | 0,079 |
| 5C/15C | 5,5                    | 4,2                     | 0,003 | 5,5                    | 4                       | 0,001 |
| 5D/15D | 2,9                    | 2,9                     | 0,841 | 2,2                    | 2,7                     | 0,136 |
| 5E/15E | 3,3                    | 3,9                     | 0,238 | 3,4                    | 4,1                     | 0,093 |
| 6A/16A | 2,4                    | 2,2                     | 0,601 | 1,9                    | 2,2                     | 0,313 |
| 6B/16B | 2,1                    | 1,9                     | 0,484 | 1,9                    | 1,8                     | 0,822 |
| 6C/16C | 4,9                    | 3,9                     | 0,029 | 5,2                    | 3,9                     | 0,006 |
| 6D/16D | 3,1                    | 3,3                     | 0,665 | 2,3                    | 2,9                     | 0,078 |
| 6E/16E | 2,9                    | 4,2                     | 0,005 | 3                      | 4,4                     | 0,010 |
| 7A/17A | 1,8                    | 1,8                     | 0,990 | 1,3                    | 1,7                     | 0,060 |

|    |     |     |     |       |     |     |       |
|----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|
| 7B | 17B | 1,6 | 1,3 | 0,109 | 1,5 | 1,1 | 0,048 |
| 7C | 17C | 4,9 | 3,7 | 0,016 | 4,6 | 3,7 | 0,039 |
| 7D | 17D | 1,8 | 2,2 | 0,143 | 1,4 | 2,1 | 0,033 |
| 7E | 17E | 2,9 | 4   | 0,015 | 2,7 | 3,9 | 0,015 |

Tab. 10: arithmetische Mittelwerte  $\bar{x}$  und Signifikanzen p der Bewertungen der Profild Fotografien der Testpersonen mit hellem und dunklem Teint getrennt nach Lichtverhältnissen

Bei den Bewertungen mit Tageslicht lassen sich bei 10 der 35 Fotografien signifikante Unterschiede bei den zugehörigen Bewertungen feststellen. Bei den Bewertungen im abgedunkelten Raum kann man bei 12 der 35 Fotografien signifikante Unterschiede bei den zugehörigen Bewertungen erkennen. Diese Zeilen sind rot markiert.

Im nachfolgenden Säulendiagramm 1 werden die arithmetischen Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien bei Tageslicht getrennt für die Testpersonen mit hellem und dunklem Teint präsentiert.

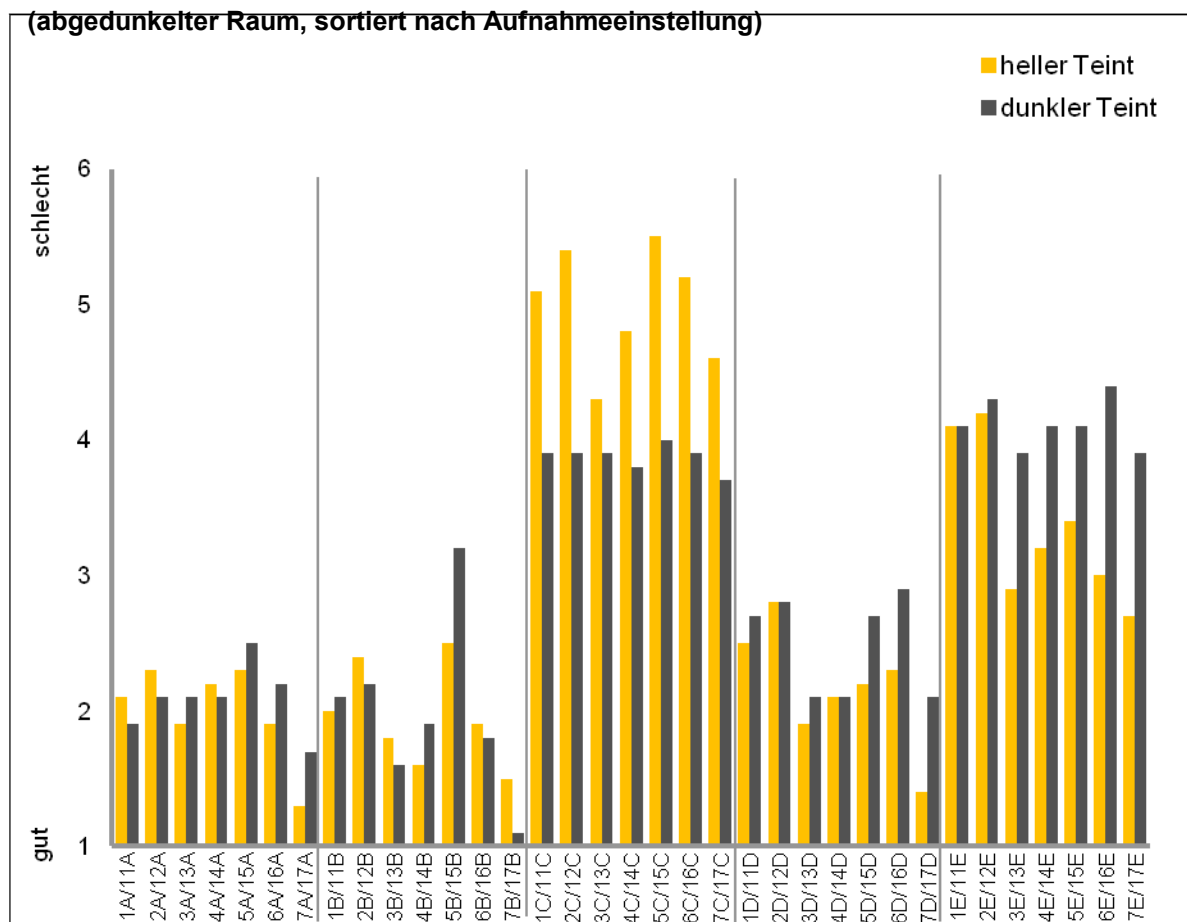


**Diagramm 1: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien der Testpersonen mit hellem und dunklem Teint bei Bewertung bei Tageslicht**

Es ist ersichtlich, dass die Fotografien der Testperson mit hellem Teint bei Aufnahmeeinstellung A und C höher, dementsprechend schlechter, bewertet wurden, als die Fotografien der Testperson mit dunklem Teint. Bei Aufnahmeeinstellung E hingegen trifft das Gegenteil zu.

Im folgenden Diagramm 2 werden die arithmetischen Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien im abgedunkelten Raum getrennt für die Testpersonen mit hellem und dunklem Teint aufgezeigt.

**Unterschied im Teint**

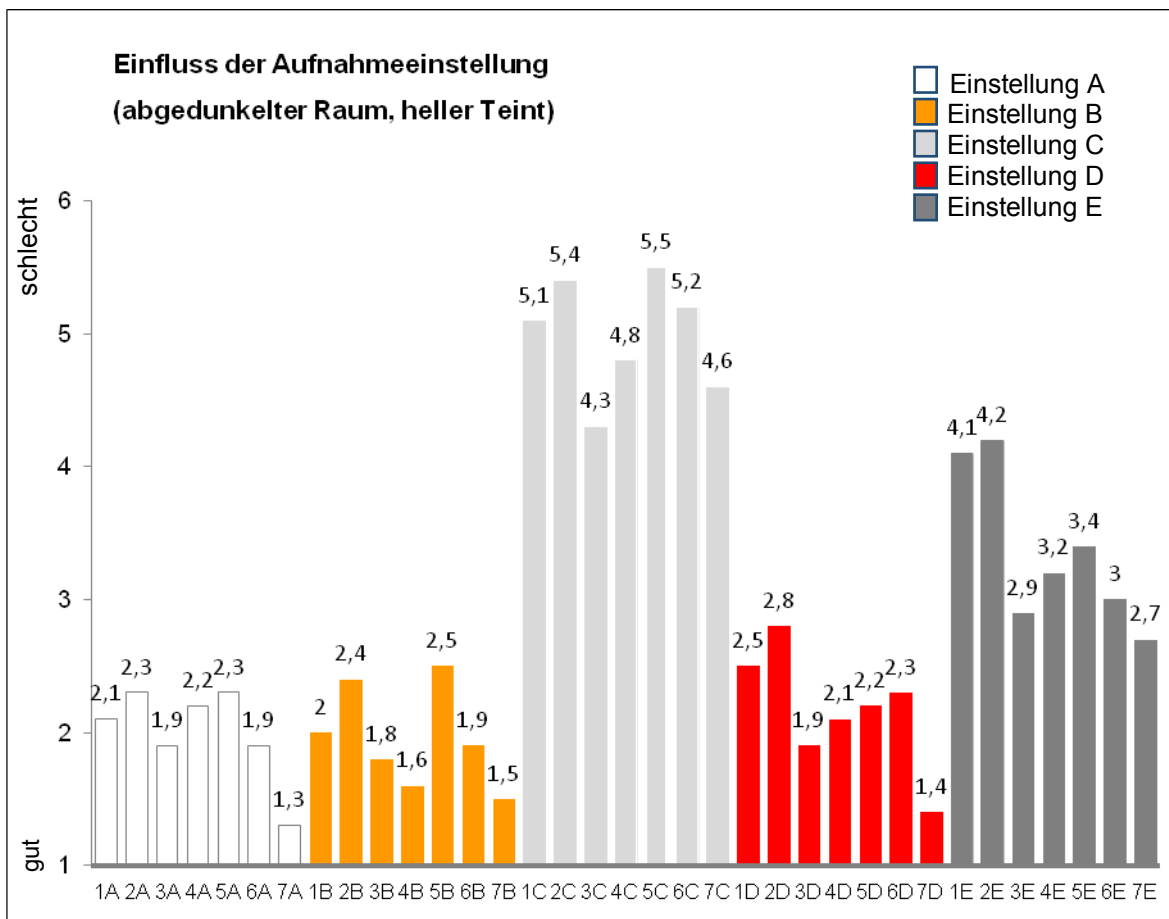


**Diagramm 2: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien der Testpersonen mit hellem und dunklem Teint bei Bewertung im abgedunkelten Raum**

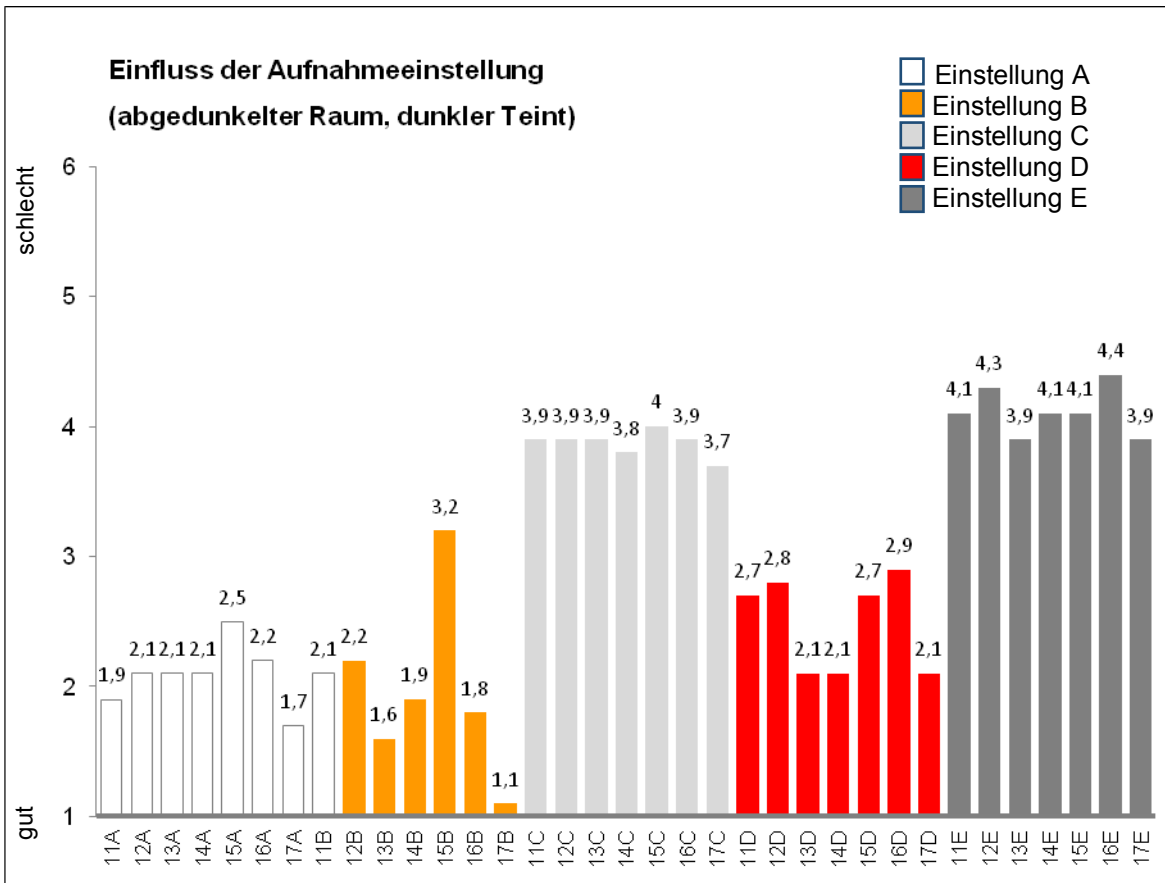
Es ist zu erkennen, dass die Fotografien der Testperson mit hellem Teint nur bei Aufnahmeeinstellung C höher, also schlechter, bewertet wurden, als die Fotografien der Testperson mit dunklem Teint.

### 3.6 Einfluss der Aufnahmeeinstellungen

In den nachfolgenden Diagrammen 3 und 4 - jeweils eine pro Teint - sieht man die arithmetischen Mittelwerte aller Bewertungen, gereiht nach den fünf verwendeten Einstellungen A-E zur Aufnahme der Profild Fotografien. Es werden nur die Bilder, die im abgedunkelten Raum bewertet wurden, herangezogen, da diese so gut wie immer bessere Bewertungen erhalten haben.



**Diagramm 3: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien der Testperson mit hellem Teint, Bewertung im abgedunkelten Raum, sortiert nach Aufnahmeeinstellungen**



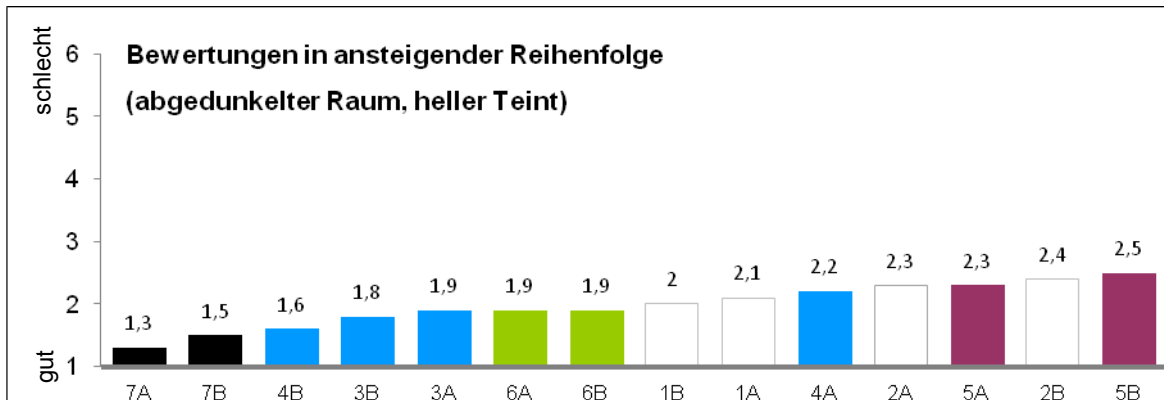
**Diagramm 4: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien der Testperson mit dunklem Teint, Bewertung im abgedunkelten Raum, sortiert nach Aufnahmeeinstellungen**

Man kann in den Grafiken einen großen Einfluss der Aufnahmeeinstellungen erkennen. A und B erweisen sich als die am besten bewerteten Bilder, C und E hingegen wurden am schlechtesten bewertet.

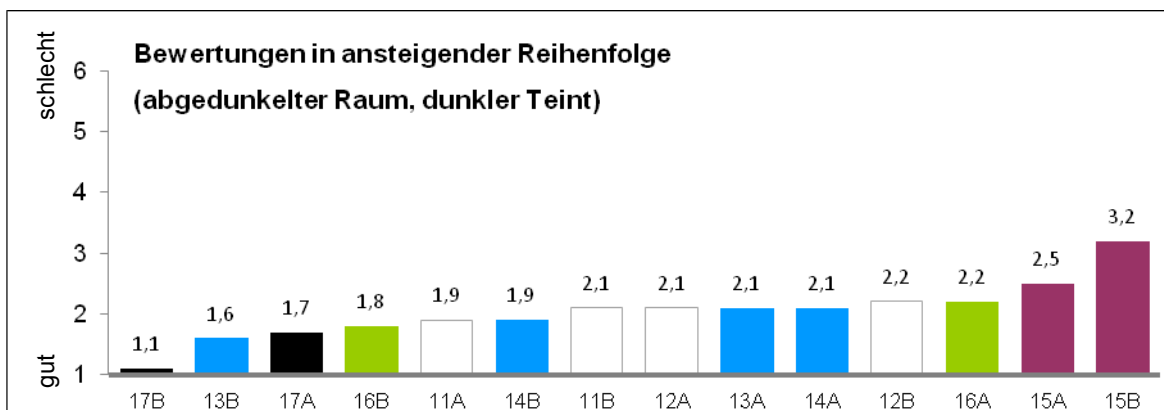
### **3.7 Unterschied zwischen den Hintergrundfarben**

Um den Einfluss der Hintergrundfarben auf die Bewertung der Profild Fotografien festzustellen, werden die Bilder, die mit den Einstellungen A und B aufgenommen und im abgedunkeltem Raum beurteilt wurden, herangezogen, da diese die besten Bewertungen erhielten.

In den Diagrammen 5 und 6 sieht man die arithmetischen Mittelwerte der Bewertungen der genannten Profilfotografien in aufsteigender Reihenfolge separat für die Fotografien der Testperson mit hellem und der Testperson mit dunklem Teint.



**Diagramm 5: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Bilder mit Einstellung A und B der Testperson mit hellem Teint bei Beurteilung im abgedunkelten Raum in ansteigender Reihenfolge**



**Diagramm 6: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Bilder mit Einstellung A und B der Testperson mit dunklem Teint bei Beurteilung im abgedunkelten Raum in ansteigender Reihenfolge**

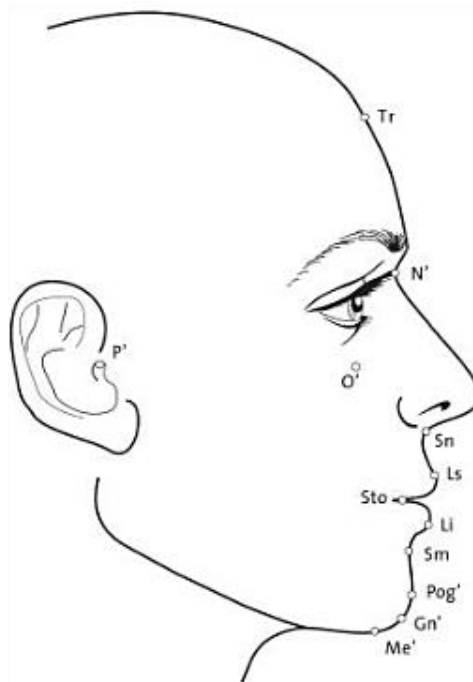
In Bezug auf die Hintergrundfarbe ist erkennbar, dass der schwarze Hintergrund sowohl bei der Testperson mit hellem Teint als auch bei der Testperson mit dunklem Teint mit einer Bewertung von 1,3 bzw. 1,1 das beste Ergebnis erzielt hat.

Als zweitbeste Hintergrundfarbe wurde die Farbe Blau bewertet, wobei sich kein Unterschied zeigte, ob der verwendete Stoff matt oder glänzend ist.

Im Mittelfeld befinden sich die Hintergrundfarben Grün und Weiß. Am schlechtesten bewertet wurde die violette Hintergrundfarbe.

## 4 DISKUSSION

Durch die Erstellung von achsengerechten, maßstabsgetreuen Profilfotografien für die prätherapeutische, kieferorthopädische Diagnostik ist es dem Behandler möglich eine genaue Weichgewebsanalyse durchführen und somit diagnostisch verwertbare Aussagen treffen zu können. Dazu bedarf es exakt definierter Bezugspunkte des Weichteilprofils (Abb. 12), welche erst durch das Einbeziehen foto-technischer Kenntnisse und dem Wissen über Farb- und Kontrastlehre optimal abzubilden und zu erkennen sind.



| Bezugspunkt      | Abk. | Definition  |
|------------------|------|---|
| Trichion         | Tr   | Haaransatz (sehr variabel)  |
| Nasion           | N'   | Tiefste Einziehung zwischen Stirn und Nase  |
| Orbitale         | O'   | Augpunkt Lidspaltbreite unterhalb der Pupille des geöffneten geradeaus blickenden Auges |
| Porion           | P'   | Oberster Punkt des Gehöreingangs  |
| Subnasale        | Sn   | Übergang Nasensteg zur Oberlippe  |
| Labrale superius | Ls   | Oberlippenkante (Übergang Lippenrot zu Lippenweiß)                                      |
| Stomion          | Sto  | Mitte der Mundspalte  |
| Labrale inferius | Li   | Unterslippenkante (Übergang Lippenrot zu Lippenweiß)                                    |
| Submentale       | Sm   | Tiefste Einziehung des Weichteilkinns   |
| Pogonion         | Pog' | Vorderster Punkt des Weichteilkinns   |
| Gnathion         | Gn'  | Unterster und vorderster Punkt des Weichteilkinns                                       |
| Menton           | Me'  | Kaudalster Punkt des Weichteilkinns   |

**Abb. 12: Bezugspunkte des Weichteilprofils** (Quelle: Nötzel F, Schultz C 2009. S. 134)

Ein häufiges Problem in der exakten Zuordnung dieser Bezugspunkte und somit Beurteilung und Analyse von Weichgewebsprofilen ist die Schattenbildung durch zumeist falsche Beleuchtung des Patienten. Dieser Effekt kann durch eine gleichmäßige, großflächige, weiche Beleuchtung des Hintergrundes minimiert werden (vgl. Hennig K, Ihring L, Papendieck M 2009, S. 149).

Verwendet man einen Blitz als Lichtquelle, wie es des Öfteren im praktischen Alltag der Fall ist, verursacht dieser häufig eine bläuliche Färbung und eine kühlere Farbtemperatur im Bild, was den Teint grob aussehen lässt (vgl. Shepard R 2005, S. 40).

Diese Aussagen lassen sich mit den Ergebnissen in der vorliegenden Studie in Bezug auf die Beleuchtung des Motivs vergleichen:

Jene Profilfotografien, bei denen der Hintergrund durch Stativleuchten gleichmäßig ausgeleuchtet und ohne Blitz fotografiert wurde (Einstellung A und B), wurden am besten bewertet.

Die Aufnahmen hingegen, die ohne Hintergrundausschleuchtung, sondern mit direkter Beleuchtung der Testperson mit Ringblitz und Stativleuchte (Einstellung C) bzw. alleine mit dem Ringblitz (Einstellung E) gemacht wurden, erhielten die schlechtesten Bewertungen.

Auffallend ist hierbei, dass bei Einstellung C der dunkle Teint deutlich besser als der helle Teint abgeschnitten hat. Dies kann damit begründet werden, dass die direkte Beleuchtung der Testperson durch eine Stativleuchte zu einer deutlichen Kontrastminderung vor allem beim hellen Teint geführt hat.

Bei Einstellung E hingegen wurde der helle Teint besser als der Dunkle bewertet, was zu der Aussage führt, dass die Verwendung eines Blitzes bei einer Person mit hellem Teint bei dieser Einstellung zu besseren Ergebnissen führt.

Die Kameraeinstellung per se hat deutlich weniger Einfluss auf das Ergebnis. Die Verwendung von „Programmautomatik“ oder „manuelle Einstellung“ führt zu ähnlichen Ergebnissen. Ebenso verhält es sich bei der Beleuchtungszeit von 0,320 sec. bzw. 0,125 sec. und bei der Blende von f 5,6 bzw. f 4,5, die in den Einstellungen mit den besten Bewertungen (A und B) verwendet wurden. Wichtig ist hierbei der richtige Umgang mit der Kamera. Bei der manuellen Einstellung muss darauf

geachtet werden, die Blende und Belichtungszeit auf die vorliegenden Lichtverhältnisse abzustimmen, was in der Programmautomatik durch die Kamera selbst geschieht (vgl. Benutzerhandbuch Nikon D 90 2008, S. 80-83). Bei beiden jedoch ist es in jedem Fall essentiell den wichtigsten Bereich zu fokussieren, um die richtige Schärfenebene abzubilden (vgl. Gill D, Naini F 2001, S. 67-73). Sind diese Forderungen erfüllt, können mit den erwähnten Kameraeinstellungen vergleichbare Fotografien hergestellt werden.

In Bezug auf die verwendete Hintergrundfarbe stehen dem Fotografen zwei Möglichkeiten zum Wechseln dieser zur Verfügung:

- › Zum einen der digitale sogenannte „Freistellungsprozess“ (= digitales Ausschneiden eines Hintergrundes) und anschließendem Einfügen eines Andersfarbigen mit Hilfe spezieller Bildbearbeitungsprogramme. Dieser lässt das Verwenden konventioneller Hintergründe überflüssig erscheinen, hat jedoch auch diverse Nachteile. Die Methode verlangt fundierte Software-Kenntnisse, bedarf einer längeren Nachbearbeitungszeit und liefert nicht immer einwandfreie Ergebnisse, wie zB beim „Freistellen“ einer Person mit dunklen Haaren vor einem dunklen Hintergrund.

Auf diesem Prinzip basiert auch die in der Profifoto- und -videografie eingesetzte „Bluescreen-Technik“. Das bedeutet: eine Person wird vor der ausgewählten Schlüsselfarbe Blau aufgenommen. Im Anschluss wird der blaue Hintergrund auf dem Computer durch einen beliebigen Hintergrund ersetzt. Blau hebt sich am besten von natürlichen Hauttönen ab, da es die am seltensten vorkommende Farbe am Körper ist. Alternativ dazu kann auch Grün als Schlüsselfarbe verwendet werden, welches dann als „Greenscreen-Technik“ bezeichnet wird. Auf Grund dessen wurden auch diese beiden Hintergrundfarben in der vorliegenden Studie untersucht.

- › Zum anderen können diverse Hintergründe aus unterschiedlichen Materialien (zB Baumwolle, Polypropylen, Karton) verwendet werden, die hinter der fotografierten Person positioniert werden. Hintergründe aus Stoff haben den Nachteil des störenden Faltenwurfs, weshalb sie vor der Aufnahme gebügelt werden sollten. (vgl. Oliver V 2005, S. 54-55).

Laut Esen haben die im Bild zu sehenden Farben starken Einfluss auf die Umsetzung der Gesichtsfarbe. Orange, Rot und andere grelle Farben lassen den Hautteint oft unnatürlich wirken. Neutralere Farben wie zB Weiß oder Schwarz sind daher meist geeigneter (vgl. Esen J 2013, S. 109).

Ähnliche Ergebnisse lassen sich bei dieser Untersuchung feststellen. Bei beiden Testpersonen (sowohl heller als auch dunkler Teint) war Schwarz die beste Hintergrundfarbe. Dieses Ergebnis lässt sich auf die räumliche Tiefenwirkung der schwarzen Farbe, wie von Itten beschrieben, zurückführen (vgl. Itten J 1970, S. 77). Bei der Testperson mit hellem Teint kommt zusätzlich der ebenfalls von Itten beschriebene Hell-Dunkel-Kontrast bei Schwarz zu tragen (vgl. Itten J 1970, S. 37).

Als schlechteste aller Hintergrundfarben wurde bei beiden Testpersonen Violett benotet. Der grüne Hintergrund liegt im Mittelfeld der Bewertung.

Es wäre zu erwarten gewesen, dass die unbunte Farbe Weiß, wie It. Esen beschrieben, zu guten Ergebnissen führt. Der weiße Hintergrund liegt jedoch vor allem bei der Testperson mit hellem Teint an vorletzter Stelle. Dies resultiert vermutlich daraus, dass sich eine helle Hautfarbe nur schwach von einem weißen Hintergrund abhebt.

Der blaue Hintergrund liegt sowohl beim hellen als auch bei dunklen Teint hinter Schwarz an zweiter Stelle. Dies lässt sich mit denselben Argumenten begründen, die auch für die Bluescreen-Technik gelten.

Bei der Bewertung der Profild Fotografien ließ sich ein signifikanter Unterschied in Hinblick auf die vorliegenden Lichtverhältnisse im Bewertungsraum feststellen. Für beide Testpersonen und somit für beide Teints gilt, dass die Fotografien im abgedunkelten Raum besser bewertet wurden, als bei Tageslicht. Da das zu bewertende Bild auf dem Bildschirm in Dunkelheit besser zur Geltung kam, kann diese Wirkung ebenso dem Hell-Dunkel-Kontrast zugeschrieben werden.

Es ist nicht erheblich, ob der Betrachter bzw. Bewerter der Fotografien ein Student der Zahnmedizin oder Facharzt für Kieferorthopädie ist. Die Bewertung von zahnmedizinischen Laien kann nicht beurteilt werden, da dies nicht Gegenstand der Untersuchung war.

Ebenso hat das Geschlecht des Untersuchers keinen signifikanten Einfluss auf das Bewertungsergebnis ergeben.

Ein Unterschied in der Wahrnehmung von visuellen Reizen zwischen Männern und Frauen wird in der Literatur kontroversiell diskutiert. Abramov et al. zeigten in ihrer Untersuchung, dass Männer schnelle Bewegungen und schwache Kontraste besser wahrnehmen als Frauen. Außerdem sehen sie dieselben Farbtöne bläulicher, d.h. Frauen nehmen Farben in wärmeren Tönen wahr (vgl. Abramov et al. 2012, 3:20).

Im Gegensatz dazu fanden Verelli und Tishkoff heraus, dass das Gen, welches die Information für den roten Sehfärbstoff enthält, bei Frauen doppelt angelegt ist, da es auf dem X-Chromosom lokalisiert wurde. Dadurch wird vermutet, dass Frauen ein differenzierteres Sehvermögen besitzen und ein breiteres Farbspektrum unterscheiden können (vgl. Verelli B, Tishkoff S, 2004, S. 363-375).

## 5 KONKLUSION

Zusammenfassend können folgende Punkte aus dieser Untersuchung festgehalten werden:

- Es konnte ein eindeutiger, signifikanter Zusammenhang zwischen Hintergrundfarbe und Bewertung der Profilfotografie aufgezeigt werden:
  - Der schwarze Hintergrund wurde am besten bewertet.
  - Blau befindet sich an zweiter Stelle, gefolgt von Grün.
  - Weiß als neutrale Farbe wurde wider Erwarten eher schlecht bewertet.
  - Violett befindet sich an letzter Stelle.
- Diese Ergebnisse gelten sowohl für die Testperson mit hellem als auch jene mit dunklem Teint.
  
- Einen großen Einfluss hat ebenso die gewählte Beleuchtungsmethode zum Zeitpunkt der Aufnahme. Die besten Bewertungen wurden bei einer Hintergrundausleuchtung mit Stativleuchten erzielt.
  
- Die gewählte Kameraeinstellung (Programautomatik vs. manuelle Einstellung) hat wenig bis kaum Einfluss auf das Ergebnis.
  
- Die Bewertung in einem abgedunkelten Raum fiel signifikant besser aus als in einem Raum mit Tageslicht.
  
- Es gibt keinen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis bezüglich der fachlichen Kompetenz der Untersucher (Student oder Kieferorthopäde).
  
- Das Geschlecht des Untersuchers hat keinen Einfluss auf die Bewertung.

## 6 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Camera Obscura, Federzeichnung, 17. Jahrhundert

Abb. 2: schematische Ausgangssituation einer Spiegelreflexkamera

Abb. 3: schematische Belichtung des Sensors einer Spiegelreflexkamera

Abb. 4: Zusammenhang zwischen Lichtmenge, Blendenöffnung und Blendenzahl

Abb. 5: Aufnahmen einer Blumenwiese zur Demonstration der Blendenwirkung

Abb. 6: Betriebsartenwähler der Nikon D 90

Abb. 7: Zusammensetzung des Sonnenlichtes

Abb. 8: Simultankontrast

Abb. 9: Hell-Dunkel-Kontrast

Abb. 10: Profilfotografie 1A

Abb. 11: Profilfotografie 11A

Abb. 12: Bezugspunkte des Weichteilprofils

## 7 DIAGRAMMVERZEICHNIS

Diagramm 1: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien der Testpersonen mit hellem und dunklem Teint bei Bewertung bei Tageslicht

Diagramm 2: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien der Testpersonen mit hellem und dunklem Teint bei Bewertung im abgedunkelten Raum

Diagramm 3: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien der Testperson mit hellem Teint, Bewertung im abgedunkelten Raum, sortiert nach Aufnahmeeinstellungen

Diagramm 4: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Fotografien der Testperson mit dunklem Teint, Bewertung im abgedunkelten Raum, sortiert nach Aufnahmeeinstellungen

Diagramm 5: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Bilder mit Einstellung A und B der Testperson mit hellem Teint bei Beurteilung im abgedunkelten Raum in ansteigender Reihenfolge

Diagramm 6: arithmetische Mittelwerte der Bewertungen der Bilder mit Einstellung A und B der Testperson mit dunklem Teint bei Beurteilung im abgedunkelten Raum in ansteigender Reihenfolge

## 8 TABELLENVERZEICHNIS

Tab 1: wesentliche Unterschiede zwischen analoger und digitaler Fotografie

Tab. 2: Kameratypen der digitalen und analogen Fotografie

Tab. 3: Kodierung der verwendeten Hintergrundfarben je nach Testperson

Tab. 4: verwendete Aufnahmemodi zur Erstellung der Profild Fotografien

Tab. 5: Kodierung der erstellten Fotografien der Testperson mit hellem Teint

Tab. 6: Kodierung der erstellten Fotografien der Testperson mit dunklem Teint

Tab. 7: Signifikanz der unabhängigen Variablen einzeln und in Kombination miteinander

Tab. 8: statistische Kennwerte der Bewertungen der Profild Fotografien der Testperson mit hellem Teint getrennt nach Lichtverhältnissen

Tab. 9: statistische Kennwerte der Bewertungen der Profild Fotografien der Testperson mit dunklem Teint getrennt nach Lichtverhältnissen

Tab. 10: arithmetische Mittelwerte  $\bar{x}$  und Signifikanzen  $p$  der Bewertungen der Profild Fotografien der Testpersonen mit hellem und dunklem Teint getrennt nach Lichtverhältnissen

## 9 LITERATURVERZEICHNIS

Abramov I, Gordon J, Feldman O, Chavarga A. *Sex & vision I: Spatio-temporal resolution*. Biol Sex Differ. 2012;3:20

Bansal N, Singla J, Gera G, Gupta M. *Reliability of natural head position in orthodontic diagnosis: A cephalometric study*. Contemp Clin Dent. 2012 Apr-Jun;3(2): 180-183

Bartel S. *Farben im Webdesign: Symbolik, Farbpsychologie, Gestaltung*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2003

Bishara SE, Ortho D, Jorgensen GJ, Jakobson JR. *Changes in facial dimensions assessed from lateral and frontal photographs. Part 1 - Methodology*. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1995;108:389-393

Bishara SE, Ortho D, Jorgensen GJ, Jakobson JR. *Changes in facial dimensions assessed from lateral and frontal photographs. Part 2 - Results and conclusions*. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1995;108:489-499

Bock J, Bock J, Bock F. *Grundwissen Kieferorthopädie*. 2. Auflage, Balingen: Spitta, 2011

Esen J. *Digitale Fotografie - Grundlagen und Fotopraxis*. Bonn: Vierfarben Verlag, 2013

Feininger A. *Andreas Feiningers große Fotolehre*. 9. Auflage, München: Wilhelm Heyne, 2001

Freihen W. *Moderne Fotopraxis: Bildgestaltung, Aufnahmepraxis, Kameratechnik*. Niedernhausen: Falken Verlag, 1982

- Gavan JA, Washburn SL, Lewis PH. *Photography: an anthropometric tool*. Am J Phys Anthropol. 1952;7:145-186
- Gill D, Naini F. *Orthodontics: Principles and Practice*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011
- Harzer W. *Kieferorthopädie*. Stuttgart: Thieme, 2011
- Heller E. *Wie Farben wirken: Farbpsychologie, Farbsymbolik, Kreative Farbgestaltung*. Reinbek bei Hamburg: Rohwolt Taschenbuch Verlag, 1989
- Hennig K, Ihring L, Papendieck M. *Die Fotoschule in Bildern - Porträtfotografie*. Bonn: Galileo Design, 2009
- Itten J. *Kunst der Farbe*. Ravensburg: Otto Maier Verlag, 1987
- Jenny P. *Notizen zur Fototechnik*. 12. Auflage. Zürich: vdf Hochschulverlag, 2009
- Kahl-Nieke B. *Einführung in die Kieferorthopädie*. 3. Auflage. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 2010
- Küppers H. *Farbenlehre - Ein Schnellkurs*. 2. Auflage. Köln: DuMont Buchverlag, 2012
- Madsen DP, Sampson WJ, Townsend GC. *Craniofacial reference plane variation and natural head position*. Eur J Orthod. 2008 Okt;30(5):532-540
- Merrifield LL. *The profile line as an aid in critically evaluating facial esthetics*. Am J Orthod. 1966 Nov;52:804-822
- Nikon Corporation. *Benutzerhandbuch Digitalkamera D 90*. 2008
- Nötzel F, Schultz C. *Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik: Analysen und Tabellen für die Praxis*. 2. Auflage. Köln: Deutscher Zahnärzterverlag, 2009

Oliver V. *Profikurs Digitale Fotografie*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag, 2005

Pereira AL, Manzotti De-Marchi L, Scheibell PC,, Ramos AL, *Reproducibility of natural head position in profile photographs of children aged 8 to 12 years with and without the aid of a cephalostat*. Dental Press J Orthod. 2010 Jan-Feb; 15(1): 65-73

Präkel D. *Basiswissen Fotografie: Licht & Beleuchtung: Band 2*. München: Addison-Wesley-Verlag, 2007

Ricketts RM. *Esthetics, environment, and the law of lip relation*. Am J Orthod. 1968;54:272-289

Sander F. Schwenzer N, Ehrenfeld M. *Kieferorthopädie*. 2. Auflage. Stuttgart: Thieme, 2011

Schopf P. *Curriculum Kieferorthopädie. Band I*, 4. Auflage, Berlin: Quintessenz, 2008

Sheppard R. *Der Grosse National Geographic Photoguide. Digitalfotografie: Geheimnisse der Profi-Fotografie von National Geographic*. 3. Auflage, Washington D.C.: National Geographic Society, 2005

Silbernagl S, Despopoulos A. *Taschenatlas Physiologie*. 7. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2007

Tanner JM, Weiner JS. *The reliability of the photogrammetric method of anthropometry, with a description of a miniature camera technique*. Am J Phys Anthropol. 1949;7:145-186

Thesmann S. *Einführung in das Design multimedialer Webanwendungen*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2010

Verelli B, Tishkoff S. *Signatures of Selection and Gene Conversion Associated with Human Color Vision Variation*. Am. J. Hum. Genet. 2004;75:363-375

Vollmar K. *Farben - Symbolik, Wirkung, Deutung*. München: Knauer Taschenbuch, 2009

Wahrig-Burfeind R, Wahrig G. *Brockhaus Wahrig Deutsches Wörterbuch*. 9. Auflage, Gütersloh/München: Wissen Media Verlag, 2011

Weber DW, Fallis DW, Packer MD. *Three-dimensional reproducibility of natural head position*. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2013;143:738-744

10 ANHANG



1A

1B

1C

1D

1E



2A

2B

2C

2D

2E



3A

3B

3C

3D

3E



4A

4B

4C

4D

4E





11A

11B

11C

11D

11E



12A

12B

12C

12D

12E



13A

13B

13C

13D

13E



14A

14B

14C

14D

14E



15A

15B

15C

15D

15E



16A

16B

16C

16D

16E



17A

17B

17C

17D

17E