

ZT TECHNIK

Farbe Schwarz ist der Ausgangspunkt für den korrekten Weißabgleich

Digitale Fotografie ist in aller Munde. Für Dentallabore ist das Visualisieren ästhetisch relevanter Informationen eine Schlüsselqualifikation. Sei es zur Dokumentation eigener Arbeiten, zur Kundenberatung oder Mitarbeiterschulung. Daher widmet sich Thomas Burgard in fünf Artikeln der digitalen Dentalfotografie und wendet sich dabei sowohl an Einsteiger als auch an Fortgeschrittene. Teil 4 führt den Lesern die Komplexität des Weißabgleichs vor Augen.

Die exakte Wiedergabe der Zahnfarben ist in der digitalen Dentalfotografie ein absolut zentrales und zugleich schwieriges Thema. Die Farbexaktheit eines gelungenen Dentalfotos erfordert viel Wissen und Erfahrung.

Einführung

Um Zähne nicht nur in der Größe korrekt darzustellen, sondern auch die Farbe genau wiederzugeben, ist der Einfluss der Lichtquelle in jedem Fall zu berücksichtigen und nicht dem Zufall zu überlassen. Reproduzierbare Aufnahmebedingungen sind für die naturgetreuen Farben in der Dentalfotografie absolut notwendig. Nicht alle Faktoren unterliegen der vollkommenen Kontrolle des Fotografen. Werden jedoch die folgenden Faktoren beachtet, blei-

ben die Ergebnisse in ihrer Qualität konstant:

- möglichst kein Tageslicht als Lichtquelle für das Foto nutzen
- keine leuchtenden Farben für Kleidung oder Decken/Wände der Umgebung
- Blendenwert von 16 oder größer verwenden
- leistungsstarken Blitz verwenden

Bereits in der Digitalkamera findet bei nicht korrekter Einstellung des Weißabgleiches eine Farbverschiebung statt, sodass die digitale Aufnahme einen Farbstich enthält. Betrachtet man die Bilddatei am Monitor oder druckt die Bilddatei an einem Farbdrucker aus, ergibt sich ebenfalls bei Verwendung von minderwertigen Geräten oder nicht durchgeführter Kalibrierung eine falsche Farbwiedergabe. Sind

in der Dentalfotografie exakte Farbaufnahmen gefordert oder möchte ein Zahnarzt sogar zur Farbbestimmung der Zähne eine digitale Aufnahme an das Dentallabor überreichen, muss einerseits die Kamera die Zahnfarben korrekt gespeichert haben. Andererseits müssen die Monitore so kalibriert sein, dass die Farben der Aufnahme ebenfalls korrekt am Monitor angezeigt werden. Wird die Bilddatei noch zusätzlich ausgedruckt, muss auch der Drucker kalibriert werden. Die folgenden Kapitel beschreiben detailliert das notwendige Basiswissen, die Vorgehensweise und die erforderlichen Maßnahmen.

Farbtemperatur

Um den Weißabgleich in einer digitalen Kamera oder in einer RAW-Konverter-Software

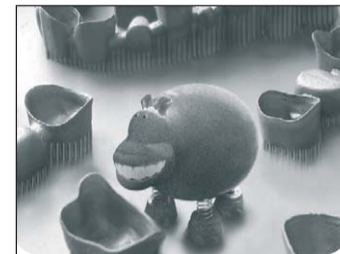
richtig zu verstehen, muss zuerst der Begriff „Farbtemperatur“ erläutert werden. Die Farbtemperatur wird in Kelvin (Abk.: K) gemessen und nicht in Grad Celsius. Eine Temperatur von null Kelvin entspricht minus 273,15 Grad Celsius. Als „absoluter Nullpunkt“ wird der Nullpunkt der Kelvin-Temperaturskala bezeichnet. Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik (auch als Nernst-Theorem bekannt, nach dem deutschen Physiker und Chemiker Walther Nernst) besagt: Es ist nicht möglich, ein System bis zum absoluten Nullpunkt abzukühlen.

Die Definition der Farbtemperatur

Als Farbtemperatur wird diejenige Temperatur bezeichnet, die ein schwarzer Körper haben müsste, damit dessen Licht denselben Farbein-

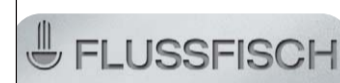
druck erweckt wie die tatsächlich vorhandene Beleuchtung.

ANZEIGE



LASERSINTERN (DMLS) ERÖFFNET IHNEN GANZ NEUE MÖGLICHKEITEN

Mit der EOSINT M270 bieten wir die innovativste und wirtschaftlichste Technologie für eine qualitativ hochwertige NEM Gerüstherstellung. Ein Laserschweißverfahren mit 100% Materialhomogenität. Sehr gute Konditionen! Info: 040 / 86 60 82 23



Zur Erklärung des vielleicht etwas schwer verständlichen Satzes: Ein schwarzer Körper absorbiert jegliche einfallende Strahlung unabhängig von deren Wellenlänge. Er reflektiert also keine Strahlung, das Licht wird sozusagen vollkommen verschluckt. Dass der Körper kein Licht reflektiert, bedeutet jedoch nicht, dass er nicht leuchten kann. Nehmen wir als Beispiel eine Glühlampe, glühende schwarze Kohle oder die Sonne. Alle drei Körper strahlen Energie ab, die sie irgendwie erzeugen. Das Leuchten (abhängig von der Temperatur) dieser Körper kann somit sehr gut als Strahlung eines schwarzen Körpers beschrieben werden. Ein Körper steht mit seiner Umgebung dann im thermodynamischen Gleichgewicht, wenn er dieselbe Energie abstrahlt, die er absorbiert. Würde er weniger abstrahlen als absorbieren, würde er an Energie zunehmen, d.h. seine Temperatur würde steigen. Das „thermodynamische Gleichgewicht“ wäre in diesem Fall nicht gegeben. Da ein schwarzer Körper jegliche einfallende Strahlung absorbiert, strahlt er diese auch wieder ab. Somit absorbiert ein schwarzer Körper nicht nur am meisten, sondern ist auch der stärkste Strahler. Nun muss die Frage gestellt werden, welche Energie ein schwarzer Körper abstrahlt? Nach dem Planckschen Strahlungsgesetz (flächen-spezifische Strahlungsleistung eines schwarzen Körpers in einem bestimmten Wellenlängenbereich pro Flächeneinheit) ist die Strahlungsleistung umso höher, je höher die Temperatur ist. Was bedeutet das nun für die Fotografie? Ein schwarzer Körper besitzt also ein gewisses Strahlungsspektrum, das abhängig von seiner Temperatur ist. Hat der schwarze Körper z.B. eine Temperatur

von 5.500 K, so befindet sich das Maximum der Strahlungsstärke bei 520 nm Wellenlänge im sichtbaren Licht (Farbwerte: violett bis rot) und ist relativ ausgeglichen. Weißes Tageslicht entspricht genau diesem Farbspektrum. Für jede Farbtemperatur gibt es nun ein spezielles Strahlungsspektrum, das ein schwarzer Körper bei der jeweiligen Temperatur besitzt. Dieses Strahlungsspektrum des schwarzen Körpers beschreibt ungefähr die tatsächliche Lichtsituation (siehe Abb.1). Für die fotografische Praxis bedeutet dies: Jedes Licht ist farbig. Neutral erscheint es in einem Bild nur, wenn die Farbtemperatur ca. 5.500 K beträgt. Je wärmer das Licht ist (rötlicher), desto geringer ist die Farbtemperatur. Je kälter das Licht ist (blauer), desto höher ist die Farbtemperatur. Ein blauer Himmel um die Mittagszeit bedeutet eine hohe Farbtemperatur (ca. 10.000 K). Mittleres Tageslicht hat eine Farbtemperatur von ca. 5.500 K. Der Bildsensor in der Digitalkamera ist beim Weißabgleich genau auf ein mittleres Tageslicht abgestimmt (siehe Abb.2).

Was bedeutet der Weißabgleich und wie wird er durchgeführt?

Das menschliche Auge passt sich immer den jeweiligen Lichtverhältnissen an. Ein weißes Blatt Papier wird von ihm bei Kerzenlicht genauso weiß gesehen wie bei normalem Tageslicht, obwohl bei Kerzenlicht das Licht ja eher gelblich strahlt. Das Auge passt sich also der Farbtemperatur des Lichtes automatisch an. Der Effekt wird auch als „chromatische Adaption“ bezeichnet. Wie sieht es nun in einer digitalen Kamera aus? Dort werden alle Farben als eine Kombination aus verschiedenen Rot-, Grün- und Blauwerten (RGB-Werten) dargestellt. Bei einem „automatischen Weißabgleich“ (englisch: AWB – Automatic White Balance) sucht sich die Kamera den hellsten Pixelbereich, bei dem die RGB-Werte sehr nah beieinander liegen. Jetzt werden die Pixel im ausgewählten Bereich so korrigiert, dass die RGB-Werte auf Weiß eingestellt werden. Alle anderen Pixelfarben werden dann automatisch entsprechend verschoben. Ganz allgemein ausgedrückt: Bei einem Weißabgleich in der Kamera wird eine Anpassung bzw. Korrektur der Farbtemperatur vorgenommen. Der automatische Weißabgleich funktioniert aber nur fehlerfrei, wenn das Motiv eine weiße Stelle als hellsten Bereich besitzt. Findet die Kamera kein

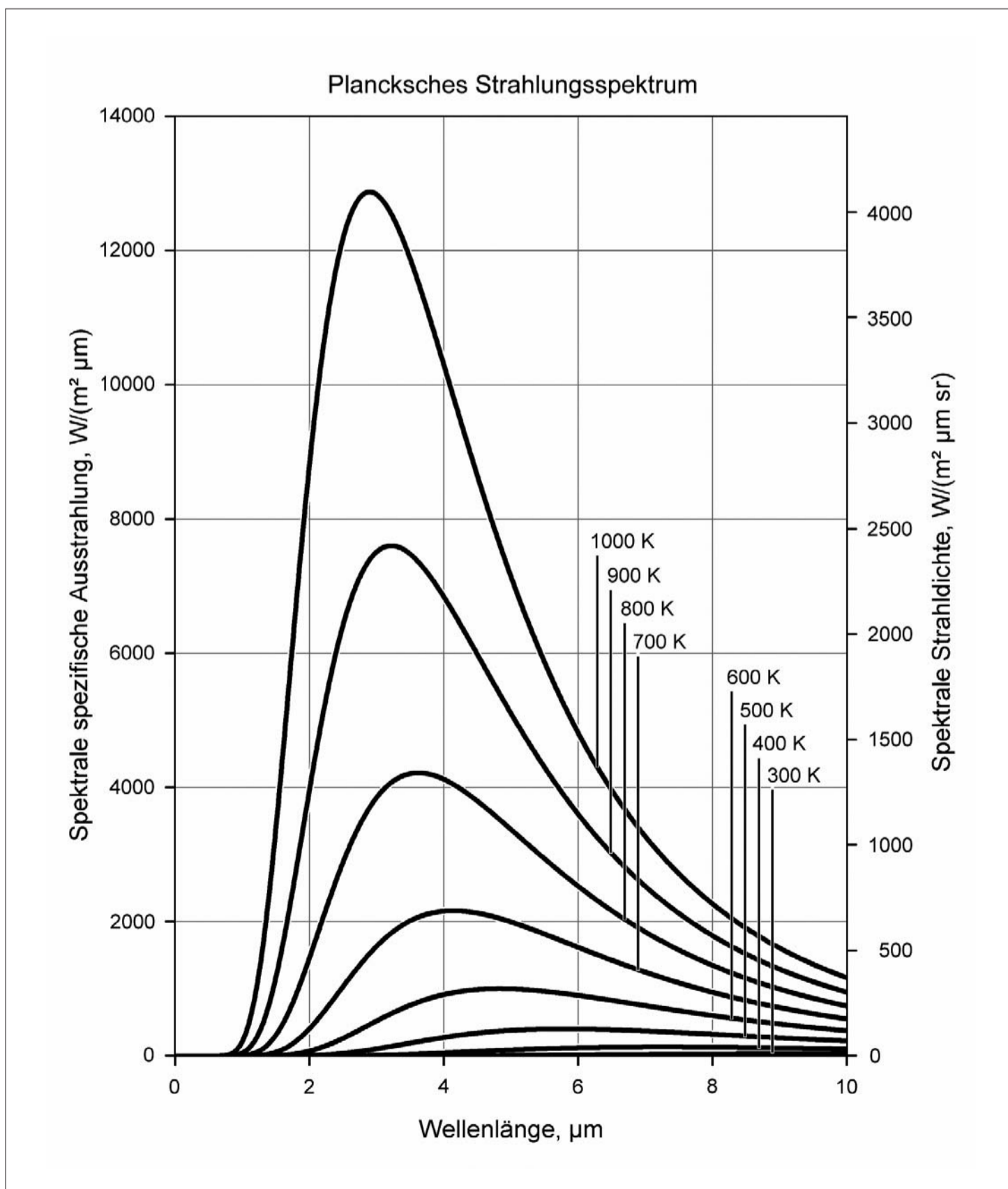


Abb. 1: Plancksche Strahlungsspektren für verschiedene Lichttemperaturen. (Quelle: Wikipedia)



inklusive
Veneer Set*

Perfect Smile –

Das Konzept für die perfekte Frontzahnästhetik

mit Dr. Jürgen Wahlmann/Edewecht

Sponsoren:



Veneers von konventionell bis No Prep – Step-by-Step. Ein praktischer Demonstrations- und Arbeitskurs an Modellen

Weiß und idealtypisch wünschen sich mehr und mehr Patienten ihre Zähne. Vorbei die Zeit, in der es State of the Art war, künstliche Zähne so „natürlich“ wie nur irgend möglich zu gestalten. Das, was Mitte der Neunzigerjahre noch als typisch amerikanisch galt, hat inzwischen auch in unseren Breiten Einzug gehalten – der Wunsch nach den strahlend weißen und idealtypisch geformten Zähnen. Neben den Patienten, die sich die Optik ihrer Zähne im Zuge ohnehin notwendiger restaurativer, prothetischer und/oder implantologischer Behandlungen verbessern lassen, kommen immer mehr auch jene, die sich wünschen, dass ihre „gesunden“ Zähne durch kieferorthopädische Maßnahmen, Bleaching, Veneers oder ästhetische Front- und Seitenzahnrestaurationen noch

perfekter aussehen. Und im Gegensatz zu früher will man auch, dass das in die Zähne investierte Geld im Ergebnis vom sozialen Umfeld wahrgenommen wird. Medial tagtäglich protegiert, sind schöne Zähne heute längst zum Statussymbol geworden.

Um den Selbstzahler, der eine vor allem kosmetisch motivierte Behandlung wünscht, zufriedenstellen zu können, bedarf es minimalinvasiver Verfahren und absoluter High-End-Zahnmedizin.

Der nachstehend kombinierte Theorie- und Arbeitskurs vermittelt Ihnen alle wesentlichen Kenntnisse in der Veneertechnik und wird Sie in die Lage versetzen, den Wünschen Ihrer Patienten nach einem strahlenden Lächeln noch besser entsprechen zu können.



Vita

Dr. Jürgen Wahlmann/Edewecht ist seit Dezember 2007 Präsident der 2003 gegründeten Deutschen Gesellschaft für Kosmetische Zahnmedizin e.V. (DGKZ). Er machte sein Examen 1987 in Göttingen und ist seit 1989 niedergelassen in eigener Praxis in Edewecht. 2004 erwarb er den „Master in Aesthetics“ am Rosenthal Institute der New York University. 2005 gewann er die Goldmedaille in der AACD Smile Gallery in der Kategorie „indirekte Restaurationen“ und ist seit 2006 Mitglied im International Relationship Committee der AACD.

Neben seiner Referententätigkeit ist er auch Autor zahlreicher Fachbeiträge in der Zeitschrift „cosmetic dentistry“ sowie anderen Publikationen. Dr. Wahlmann ist seit 2004 Mitglied der DGKZ und seit 2006 auch Mitglied des Vorstandes der Gesellschaft.

Unter der Führung von Dr. Wahlmann wird der außerordentlich erfolgreiche Kurs der DGKZ auf dem Gebiet fachwissenschaftlich fundierter ästhetisch/kosmetischer Zahnmedizin fortgeführt.

Ein besonderer Schwerpunkt seiner Arbeit liegt in der weiteren Internationalisierung der Aktivitäten der DGKZ. Dr. Wahlmann gilt als anerkannter Spezialist für die ästhetisch orientierte Veneertechnik.

Organisatorisches

Kursgebühr: 445,- € zzgl. MwSt.

(In der Gebühr sind Materialien und Modelle sowie ein „Frank Dental Veneer Set 1 – Dr. Wahlmann“ im Wert von 69,99 zzgl. MwSt. enthalten! Inhalt: verschiedene Diamantbohrer in unterschiedlichen Körnungen, Diamantpolierer, Diamantscheibe, Hartmetallfinierer und ein Träger-Mandrel! Mitglieder der DGKZ erhalten 45,- € Rabatt auf die Kursgebühr.)

Tagungspauschale: 45,- € zzgl. MwSt.
(Verpflegung und Tagungsgetränke)

Veranstalter



OEMUS MEDIA AG
Holbeinstr. 29, 04229 Leipzig
Tel.: 03 41/4 84 74-3 08, Fax: 03 41/4 84 74-2 90
E-Mail: event@oemus-media.de
www.oemus-media.de

Kursbeschreibung

1. Teil:

Demonstration aller Schritte von A bis Z am Beispiel eines Patientenfalles (Fotos)

- A Erstberatung, Modelle, Fotos (AACD Views)
- B Perfect Smile Prinzipien
- C Fallplanung (KFO-Vorbehandlung, No Prep oder konventionell)
- D Wax-up, Präparationswall, Mock-up-Schablone
- E Präparationsablauf (Arch Bow, Deep Cut, Mock-up, Präparationsformen)
- F Evaluierung der Präparation
- G Abdrucknahme
- H Provisorium
- I Einprobe
- J Zementieren
- K Endergebnisse
- L No Prep Veneers (Lumineers) als minimalinvasive Alternative

2. Teil:

Praktischer Workshop, jeder Teilnehmer vollzieht am Modell den in Teil 1 vorgestellten Patientenfall nach

- A Herstellung der Silikonwäule für Präparation und Mock-up/Provisorium
- B Präparation von 10 Veneers (15 bis 25) am Modell
- C Evaluierung der Präparation
- D Erstellung des Provisoriums

Allgemeine Geschäftsbedingungen

1. Die Kongressanmeldung erfolgt schriftlich auf den vorgedruckten Anmeldekarten oder formlos. Aus organisatorischen Gründen ist die Anmeldung so früh wie möglich wünschenswert. Die Kongresszulassungen werden nach der Reihenfolge des Anmeldeeinganges vorgenommen.
2. Nach Eingang Ihrer Anmeldung bei der OEMUS MEDIA AG ist die Kongressanmeldung für Sie verbindlich. Sie erhalten umgehend eine Kongressbestätigung und die Rechnung. Für OEMUS MEDIA AG tritt die Verbindlichkeit erst mit dem Eingang der Zahlung ein.
3. Bei gleichzeitiger Teilnahme von mehr als 2 Personen aus einer Praxis an einem Kongress gewähren wir 10 % Rabatt auf die Kongressgebühr, sofern keine Teampreise ausgewiesen sind.
4. Die ausgewiesene Kongressgebühr und die Tagungspauschale verstehen sich zuzüglich der jeweils gültigen Mehrwertsteuer.
5. Der Gesamtrechnungsbetrag ist bis spätestens 2 Wochen vor Kongressbeginn (Eingang bei OEMUS MEDIA AG) auf das angegebene Konto unter Angabe des Teilnehmers, der Seminar- und Rechnungsnummer zu überweisen.
6. Bis 4 Wochen vor Kongressbeginn ist in besonders begründeten Ausnahmefällen auch ein schriftlicher Rücktritt vom Kongress möglich. In diesem Fall ist eine Verwaltungskostenpauschale von 25,- € zu entrichten. Diese entfällt, wenn die Absage mit einer Neuanmeldung verbunden ist.
7. Bei einem Rücktritt bis 14 Tage vor Kongressbeginn werden die halbe Kongressgebühr und Tagungspauschale zurückerstattet, bei einem späteren Rücktritt verfallen die Kongressgebühr und die Tagungspauschale. Der Kongressplatz ist selbstverständlich auf einen Ersatzteilnehmer übertragbar.
8. Mit der Teilnahmebestätigung erhalten Sie den Anfahrtsplan zum jeweiligen Kongresshotel und, sofern erforderlich, gesonderte Teilnehmerinformationen.
9. Bei Unter- oder Überbelegung des Kongresses oder bei kurzfristiger Absage eines Kongresses durch den Referenten oder der Änderung des Kongressortes werden Sie schnellstmöglich benachrichtigt. Bitte geben Sie deshalb Ihre Privattelefonnummer und die Nummer Ihres Faxgerätes an. Für die aus der Absage eines Kongresses entstehenden Kosten ist OEMUS MEDIA AG nicht haftbar. Der von Ihnen bereits bezahlte Rechnungsbetrag wird Ihnen umgehend zurückerstattet.
10. Änderungen des Programmablaufs behalten sich Veranstalter und Organisatoren ausdrücklich vor. OEMUS MEDIA AG haftet auch nicht für Inhalt, Durchführung und sonstige Rahmenbedingungen eines Kongresses.
11. Mit der Anmeldung erkennt der Teilnehmer die Geschäftsbedingungen der OEMUS MEDIA AG an.
12. Gerichtsstand ist Leipzig.

Achtung! Sie erreichen uns unter der Telefonnummer 03 41/4 84 74-3 08 und während der Veranstaltung unter den Telefonnummern 01 72/8 88 91 17 oder 01 73/3 91 02 40.

Anmeldeformular per Fax an
03 41/4 84 74-2 90
oder per Post an

OEMUS MEDIA AG
Holbeinstr. 29
04229 Leipzig

ZT 4/09

Für den Kurs Perfect Smile – Das Konzept für die perfekte Frontzahnästhetik 2009

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> 16. Mai 2009 Hamburg | <input type="checkbox"/> 05. September 2009 Leipzig | <input type="checkbox"/> 24. Oktober 2009 Wiesbaden |
| <input type="checkbox"/> 22. Mai 2009 Rostock | <input type="checkbox"/> 18. September 2009 Konstanz | <input type="checkbox"/> 07. November 2009 Köln |
| <input type="checkbox"/> 19. Juni 2009 Lindau | <input type="checkbox"/> 10. Oktober 2009 München | <input type="checkbox"/> 14. November 2009 Berlin |

melde ich folgende Personen verbindlich an: (Zutreffendes bitte ausfüllen bzw. ankreuzen)

_____	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	_____	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Name/Vorname	DGKZ-Mitglied	Name/Vorname	DGKZ-Mitglied

Praxisstempel

E-Mail: _____

Die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der OEMUS MEDIA AG erkenne ich an.
Falls Sie über eine E-Mail-Adresse verfügen, so tragen Sie diese bitte links in den Kasten ein.

Datum/Unterschrift _____

ZT Fortsetzung von Seite 12

Weiß als hellste Fläche vor, führt ein automatischer Weißabgleich zu Farbumwandlungsfehlern. In diesem Fall sollte ein halbautomatischer oder manueller Weißabgleich durchgeführt werden. Prinzipiell kann man sagen, dass der automatische Weißabgleich für die digitale Dental fotografie nicht geeignet ist.

Bei dem „halbautomatischen Weißabgleich“ muss der Fotograf die Lichtsituation an der Kamera direkt einstellen, d.h. die Kamera sucht sich in diesem Fall nicht mehr die hellste Fläche aus, da eine feste Lichtsituation (z.B. Kunstlicht) voreingestellt ist. Auch diese Art von Weißabgleich ist für die digitale Dental fotografie geeignet.

In der digitalen Dental fotografie wird der „manuelle Weißabgleich“ verwendet, da nur bei dieser Einstelloption die Farbwerte der Zähne exakt verschoben werden. Ein großer Vorteil des manuellen Weißabgleiches mit einer digitalen Spiegelreflexkamera ist, dass das eigentlich zu fotografierende Motiv keine weißen Elemente enthalten muss und dass die manuellen Weißabgleich-Einstellungen in der Kamera gespeichert werden können. Eine Reproduzierbarkeit bei gleicher Lichtsituation ist dann auf jeden Fall gegeben. Die Durchführung des manuellen Weißabgleiches kann auf unterschiedliche Arten durchgeführt werden:

Weißabgleich mittels weißem Papier

Hierbei wird ein weißes Blatt Papier bei einer vorgegebenen Lichtsituation abfotografiert und als Referenzweiß benutzt. Das Problem bei Verwendung von weißem Papier ist die sehr unterschiedliche „weiße Farbe“. Aus diesem Grund wird diese Art des Weißabgleiches in der Dental fotografie nicht verwendet.

Weißabgleich mittels Weißabgleichsfilter

Der Weißabgleichsfilter besteht aus speziellen Prismen, die eine homogene Lichtverteilung und eine Transmission von exakt 18 Prozent erreichen. Der Filter wird vor das Objektiv geklemmt oder geschraubt. Für die Dental fotografie ist der Weißabgleichsfilter ebenfalls ungeeignet.

Weißabgleich mittels Farbtafel

Statt eines weißen Blattes Papier wird eine genormte Farbkarte mit den RGB-Farben (Rot, Grün und Blau), den zugehörigen Komplementärfarben Cyan, Magenta und Yellow sowie fein abgestuften weißen und grauen Farben verwendet. In der digitalen Dental fotografie wird die Farbkarte als Farbkontrolle für den manuellen Weißabgleich mittels Graukarte verwendet, indem die Farbkarte abfotografiert und dann mit der originalen Farbkarte verglichen wird. Natürlich muss für den Vergleich ein kalibrierter und betriebswarmer Monitor verwendet werden.

Weißabgleich mittels Graukarte

Eine weitere Möglichkeit des Weißabgleiches bildet der manuelle Weißabgleich mittels einer Graukarte. Die Graukarte hat einen definierten

Farbwert (Farbe Grau mit dem exakten Wert von 17,68 Prozent Reflexion), bestehend aus gleichen Anteilen Rot, Grün und Blau, sowie einen definierten Reflexionswert. Sie dienen innerhalb des Fotos als Referenzobjekt. Man kann die Graukarte direkt neben dem zu fotografierenden Objekt platzieren und hat beides im selben Bild. Um auch direkt im Mund des Patienten Aufnahmen mit Graukarte im Bild machen zu können, bietet es sich an, mit einem Locher einen Punkt aus der Graukarte auszustanzen. Dieser Punkt wird dann direkt auf dem Zahnfleisch oberhalb der zu fotografierenden Zähne platziert. So ist auch nach erfolgreicher Aufnahme am Bildschirm die entsprechende farbliche Korrektur möglich: Der Software wird der Farbwert der Graukarte im Bild mitgeteilt und alle anderen Farben im Bild werden neu berechnet und dann verschoben (siehe Abb.3).

Weißabgleich bei RAW-Aufnahmen

Werden Bilder im verlustfreien RAW-Format (engl. raw = roh) aufgenommen, kann der Weißabgleich auch später in der RAW-Konverter-Software mittels Weißabgleichs-Pipette vorgenommen werden. Für die digitale Dental fotografie sollte auch die im RAW-Modus eingestellte Kamera ein manueller Weißabgleich in der Kamera durchgeführt werden.

Kalibrierung der Ausgabegeräte

Um die Geräte-Kalibrierung richtig zu verstehen, möchte ich zuerst nochmals kurz auf das Thema Farbmodus eingehen.

RGB

Für die Arbeit am Bildschirm wird zumeist der RGB-Modus verwendet: Rot, Grün und Blau werden additiv verwendet. Das heißt, dort, wo alle drei Farbtöne übereinander

verschlucken als Summe das ganze Licht, ergeben also Schwarz. Dieser Modus wird normalerweise zum Druck verwendet und muss vom Computer aus den RGB-Werten berechnet werden, wenn es zum Druck geht.

Um beim Druck farblich das gleiche Ergebnis wie auf dem (kalibrierten) Bildschirm zu erhalten, müssen alle Geräte aufeinander abgestimmt sein. Die Summe aller durch ein Gerät darstellbaren Farben beschreibt sein Farbspektrum. Das Farbmanagement ist also eine standardisierte Beschreibung des Gerätefarbraumes, auch ICC-Profil genannt (ICC = International Color Consortium) und hat eine standardisierte Beschreibung zur Festlegung des Farbprofils erarbeitet. Die ICC-Profile der einzelnen Geräte können entweder direkt vom Hersteller kommen oder es wird ein eigenes Profil mittels Farbmessgerät erstellt. Die Kalibrierung sollte in regelmäßigen Abständen wieder aktualisiert werden, da sowohl der Bildschirm als auch der Drucker sich durch Benutzung farblich verändern.

Jeder Dental fotograf kennt das Problem. Man bereitet eine Frontzahn-Aufnahme gründlich vor, d.h. es wird das richtige Beleuchtungssystem mit richtiger Farbtemperatur verwendet, dann wird der manuelle Weißabgleich mittels Graukarte durchgeführt. Die Aufnahme wird mit korrektem Abbildungsmaßstab gemacht, anschließend wird die Bilddatei auf den Computer übertragen und mittels Bildbearbeitungs-Software am Monitor betrachtet. Spätestens jetzt bekommen viele Fotografen einen Schreck, denn die Farben sehen trotz manuellen Weißabgleiches ganz anders aus als die originalen Farben. Eine andere Situation: Der Zahnarzt überträgt eine Bilddatei an den Zahntechniker. Die Bilddatei hat auf dem Monitor des Zahnarztes ganz andere Farben als auf

Farbtemperaturen von ausgewählten Lichtsituationen

1.500 K – 2.000 K	Kerzenlicht & Öllampen
2.800 K	Glühlampe (100 W)
3.000 K	Halogenlampe
3.100 K	Sonnenaufgang & Sonnenuntergang
3.800 K	Sonne am Vor- und Nachmittag
4.000 K	Leuchtstoffröhre (kaltweiß)
5.500 K	mittleres Tageslicht & Blitzlicht
6.000 K	Blitzlicht
6.500 K – 7.500 K	bedeckter Himmel
7.500 K – 8.500 K	Nebel & Dunst
9.000 K – 12.000 K	blauer Himmel
16.000 K	Schattenreflexionen bei blauem Himmel

Abb. 2: Farbtemperaturen für ausgewählte Lichtsituationen.

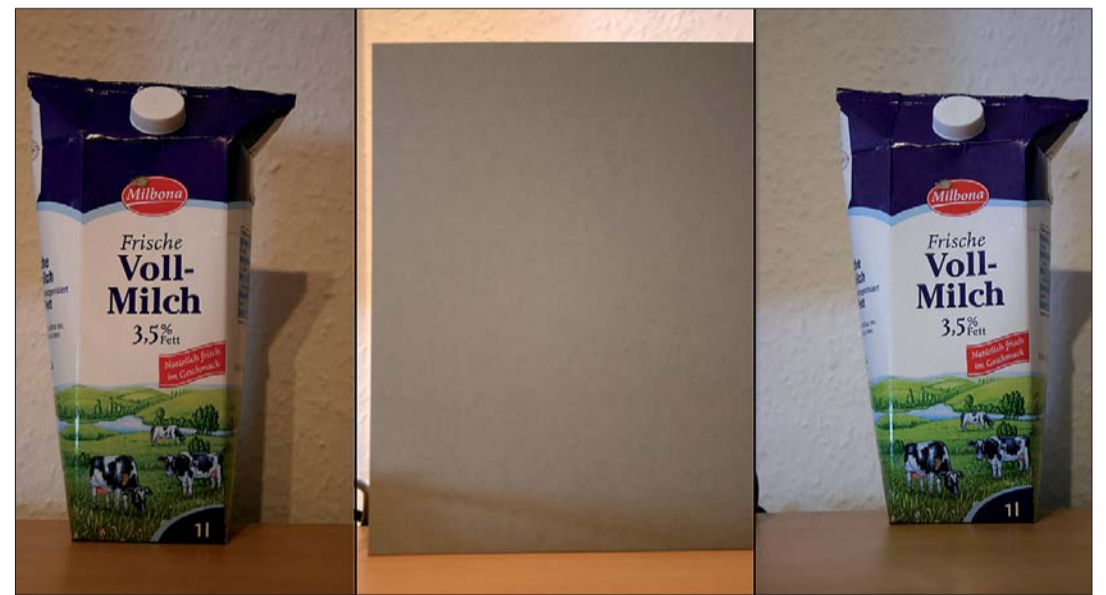


Abb. 3: Manueller Weißabgleich mittels genormter Graukarte.

Foto: Wikipedia

labor ohne Farbdifferenzen ausgetauscht werden.

Ziel der Kalibrierung ist es, den Monitor als Ausgabe-medium so neutral wie möglich einzustellen, d.h. die Farbe Schwarz so dunkel wie möglich und Weiß so hell wie möglich wiederzugeben. Ebenfalls gelten Grautöne ohne einen erkennbaren Farbstich als neutral. Da sich die Sehfähigkeiten und die Farbsehfähigkeiten von vielen Menschen sehr unterscheiden, gilt die Hardware basierte Kalibrierung als die exakteste Methode, um dem Original möglichst nahe zu kommen.

Durchführung der Monitor-Kalibrierung

In der digitalen Dental fotografie reicht es nicht aus, dass das Farbmanagement des Monitors mittels Helligkeits- und Kontrastregelung eingestellt wird. Nur mit einem sogenannten Kalibrierungs-Toolkit können optimale Ergebnisse in der Farbwiedergabe erzielt werden. Voraussetzung für den professionellen Dental fotografen ist natürlich ein für die Digital fotografie geeigneter Bildschirm. Wie funktioniert nun ein Kalibrierungs-Toolkit genau?

Das Prinzip der Monitor-Kalibrierung: Das Kolorimeter erfasst die Licht- und Farbwerte, die dann von der Kalibrierungs-Software in ein ICC-Profil gespeichert werden. Die Kalibrierung besteht also immer aus zwei Schritten:

- Monitor-Kalibrierung (hardwaremäßige Justierung)
- Profilierung (Erstellen des ICC-Profiles)

Für eine Kalibrierung ist demnach ein Toolkit notwendig, das sich aus den folgen-

den Bestandteilen zusammensetzt:

- Kolorimeter, der die Farbmessung vornimmt.
- Referenzfarben für den Vergleich
- Software, die dann den Abgleich durchführt

Das Ergebnis der Monitor-Kalibrierung ist eine Neueinstellung bzw. Justierung der Monitor-Farbtemperatur und des Gamma-Wertes sowie das Erstellen des ICC-Profiles.

- Farbtemperatur > (Wärmeindruck) ideal ca. 6.500 K
- Gamma-Wert > (Helligkeit der mittleren Farbtöne) ideal 2,2

Bei professionellen Kalibrierungs-Toolkits lassen sich unterschiedliche Kombinationen von Farbtemperatur- und Gamma-Werten einstellen, auf die dann kalibriert wird. Mittlerweile sind Monitor-Toolkits wie z.B. der „Spyder2 Express“ von ColorVision zu relativ günstigen Preisen erhältlich. Für höhere Ansprüche gibt es natürlich auch Toolkits wie z.B. der „Spyder3“ von ColorVision, bei dem sehr viele Einstellmöglichkeiten vorhanden sind. Mit der Durchführung der Monitor-Kalibrierung hat man aber noch keine Garantie auf die korrekte Darstellung der Farben eines Bildes am Bildschirm. Erst eine sogenannte Farbmanagementfähige Bildbearbeitungs-Software kann das gespeicherte ICC-Profil des Monitors lesen und nimmt dann eine interne Korrektur vor.

Zusammenfassung

In der professionellen Dental fotografie sind ein korrekt

durchgeführter manueller Weißabgleich und ein korrekt kalibrierter Monitor ein absolutes Muss, möchte man im digitalen Foto-Workflow reproduzierbare Aufnahmebedingungen mit qualitativ hochwertigen Fotos haben. Die Einarbeitungszeit in diese beiden komplexen Themengebiete des Farbmanagements sollte auf jeden Fall investiert werden. Die besseren Ergebnisse sind deutlich zu sehen. Was nutzt eine teure Kamera-Ausrüstung, wenn das Farbmanagement vernachlässigt wird? Der Dental fotograf ist selbst verantwortlich für optimale Aufnahmebedingungen und sollte nichts dem Zufall überlassen. **ZT**

ZT Der Autor



Autor Thomas Burgard ist Experte auf dem Gebiet der digitalen Fotografie.

ZT Adresse

Thomas Burgard
Softwareentwicklung & Webdesign
in Kooperation mit Webexperten24
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Burgard
Bavariastr. 18b
80336 München
Tel.: 0 89/54 07 07-10
Fax: 0 89/54 07 07-11
E-Mail:
thomas.burgard@burgardsoft.de
www.burgardsoft.de
www.webexperten24.de

ANZEIGE

Lesen Sie die aktuelle Ausgabe der
ZT als E-Paper unter:

ZWP online

www.zwp-online.info

treffen, sieht es weiß aus, weil alle Farben des Lichtes durchgelassen werden. Allerdings ist die Darstellung der Farben abhängig von den Geräten, sodass verschiedene Bildschirme oder Rechner auf das gleiche System kalibriert sein sollten.

CMYK

Der CMYK-Farbmodus arbeitet genau umgekehrt. Die Farben werden bei der Mischung voneinander subtrahiert. Die Grundfarben Cyan, Magenta, Gelb (Yellow) und Schwarz (Black oder Key)

dem Monitor des Zahnarztes. Woran liegt das? Die falsche Farbdarstellung liegt an nicht oder falsch kalibrierten Monitor. In der digitalen Dental fotografie ist ein korrekt kalibrierter Monitor ebenso wichtig wie ein korrekt durchgeführter manueller Weißabgleich.

In jedem Fall muss eine Kalibrierung der verwendeten Geräte erfolgen, damit die Ergebnisse reproduzierbar sind und die Farben auch dem Original entsprechen. Nur so können Bilddateien zwischen Zahnarztpraxis und Dental-