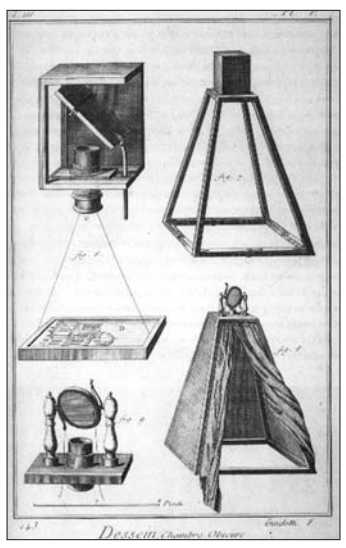
ZT TECHNIK

Die moderne Fototechnik kann vieles – aber kein Fachwissen ersetzen

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 1 bietet eine gründliche Einführung in die komplexe Thematik.

Eine kurze Geschichte der Fotografie

Im Jahre 1816 begann der wohlhabende französische Advokat Joseph Nicéphore Nièpce mit einer Kamera namens „Camera Obscura" fotografische Experimente durchzuführen.



Camera Obscura. *(Quelle: Wikipedia)*

Das ist knapp 200 Jahre her. Die Fotografie erlebte seit dieser Zeit bahnbrechende Erfindungen und Entwicklungen. In den ersten 100 Jahren waren Forscher und Ingenieure häufig damit beschäftigt, neue Verfahren für die Fixierung des fotografischen Bildes zu entwickeln. Nièpce fixierte das Bild auf einer lichtbeständigen Kupferstichkopie, die auf einer Glasplatte angebracht war. 1826 wurde von ihm eine asphaltbeschichtete Zinnplatte benutzt. Das war die eigentliche Geburtsstunde der Fotografie und die Belichtungszeit dauerte noch bis zu acht Stunden.

Ebenfalls ein Franzose namens Louis Daguerre benutzte zur Fixierung des Bildes eine Jodsilberplatte mit Quecksilber. Das Ergebnis konnte sich schon sehen lassen. Die Belichtungszeit verkürzte sich auf 15 Minuten. Dieses Verfahren wurde „Daguerreotypie" genannt. Leider konnte das Ergebnis nicht vervielfältigt werden, da das Ergebnis der Daguerreotypie ein positives Unikat war. 1840 kam endlich der Durchbruch. Der Engländer William Henry Fox Talbot erfand das Negativ-Positiv-Verfahren, das eine Vervielfältigung des fotografischen Bildes durch Abzüge vom Negativ erlaubte. 1888 kam der Rollfilm mit der legendären „Kodak Nr. 1", die erste seriengefertigte Kamera der Welt.

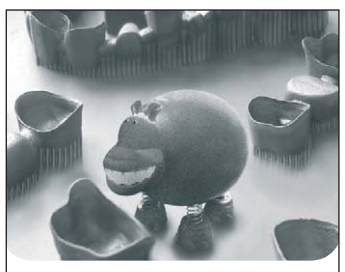
Parallel wurde auch im Bereich der Optik Unglaubliches geleistet. Die Objektive erfuhren eine stetige Verbesserung. Hier konnte Deutschland große technische Entwicklungen vorweisen. 1950 baute das Unternehmen Canon die ersten elektronischen Bauteile in eine Kamera ein. 1959 konnte die Firma Agfa eine vollautomatische Kleinbildkamera mit programmgesteuerter Belichtungsautomatik auf den Markt bringen. Ab diesem Zeitpunkt überschlugen sich die Ereignisse. Die Analogfotografie wurde immer perfekter in der Technik. Immer mehr elektronische und computergesteuerte Elemente wurden integriert.

In den Achtzigerjahren des vorigen Jahrhunderts wurde dann immer mehr Computertechnik in die Kameras eingebaut. 1985 konnte das Unternehmen Minolta die ersten Kleinbild-Spiegelreflexkameras mit Autofokus vorstellen. Dann kamen die ersten Digitalkameras auf den Markt. Das fotografische Bild konnte nun mittels Bildsensor erfasst und auf einem digitalen Speichermedium in der Kamera gespeichert werden. Der Bildsensor hatte nun die Rolle des Films übernommen und wandelte die Lichtinformation in digitale Signale um. Das digitale Zeitalter in der Fotografie hatte begonnen.

Bis heute kommen fast monatlich neue Kamera-Systeme mit immer leistungsfähigerer Computertechnik auf den Markt. Ebenfalls konnte sich eine große Softwareindustrie für die digitale Fototechnik erfolgreich aufbauen. Die Digitalfotografie hat die Analogfotografie in kürzester Zeit fast vollständig abgelöst und beherrscht den Markt. Präzisionsmechanik und Hightech-Objektive kombiniert mit Spitzentechnologie in der Computertechnik lassen Kamerahersteller immer schnellere und immer leistungsstärkere Kamera-Systeme auf den Markt bringen. Die Digitaltechnik scheint derzeit keine Grenzen zu kennen. Trotzdem hat sich im Vergleich zur Analogfotografie außer den technischen Erweiterungen nicht viel verändert. Es wird weiterhin Licht, ein Objektiv und natürlich eine Belichtung benötigt. Lediglich die Belichtungsmessung, Belichtungsregelung und Schärfeeinstellung haben sich geändert, also die Art der Aufzeichnung des Bildes.

Die fotografischen Aufnahmeprinzipien gelten in der digitalen Fotografie unverändert. Der Unterschied liegt in der Weiterverarbeitung des Bildes: In der analogen Fotografie basierte die Weiterverarbeitung des Bildes auf chemischen Vorgängen. In der digitalen Fotografie basiert der Prozess der Weiterverarbeitung auf Digitaltechnik und kann mittels Software kostengünstiger durchlaufen werden.

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**

FLUSSFISCH

Die Vorteile der digitalen Fotografie

Durch die digitale Technik in Form von Hardware (Kamera und Zubehör) und Software (Bildentwicklung und -archivierung) ist für den Fotografen vieles einfacher und kostengünstiger geworden. Der gesamte chemische Entwicklungsprozess mit seinen spezifischen Problemen entfällt. Die Aufnahmen sind sofort verfügbar und werden in der Digitalfotografie in Form von Bilddateien auf einem Speicherchip dauerhaft gespeichert. Die Bildentwicklung oder auch Bildbearbeitung ersetzt den chemischen Entwicklungsprozess.

Der Fotograf kann seine getätigte Aufnahme sofort überprüfen und im Notfall die entstandene Bilddatei löschen und die Aufnahme mit anderen Einstellparametern wiederholen.

Das Kernelement einer jeden Digitalkamera ist der Fotosensor. Dieser hat die Aufgabe, einfallendes Licht in digitale Daten umzuwandeln, die dann in Form einer Bilddatei auf dem Speichermedium gespeichert werden. Der Fotosensor besteht aus vielen extrem kleinen, lichtempfindlichen Pixeln, die das einfallende Licht in Elektronen umwandeln. Am Ende der getätigten Aufnahme werden alle Elektronen mit einem Mal ausgelesen und in Bildinformationen verwandelt. Die Größe des Fotosensors bestimmt die Anzahl der Pixel, diese wiederum bestimmen die Auflösung des Fotos. Die getätigten Aufnahmen werden auf einem Speichermedium (Speicherkarte) dauerhaft gespeichert. Die digitalen Kameras verwenden unterschiedliche Kartentypen, die es in unterschiedlichen Speichergrößen gibt. Derzeit gibt es Speicherkarten mit einer Speicherkapazität von mehreren Gigabytes (GB).

Für den digitalen Dentalfotografen ergeben sich folgende Vorteile:

- Digitale Fototechnik ist kostengünstiger als die analoge Fototechnik. Durch die Computertechnik sind die Kamerasysteme und Speicherkarten preisgünstiger. Die Speicherkarten machen sich im Preis extrem günstig bemerkbar.
- Es gibt eine große Auswahlmöglichkeit an digitalen Kameras und Zubehör.
- Der Fotograf hat das Ergebnis sofort verfügbar und kann es sofort überprüfen.
- Viele Einstellmöglichkeiten ersetzen komplizierte manuelle Einstellungen.
- Die digitale Filmempfindlichkeit kann für jedes Bild verändert werden.
- Der Weißabgleich (Farbe Weiß soll korrekt dargestellt werden) kann für jedes Bild separat eingestellt werden.
- Bildentwicklungs- bzw. Bildbearbeitungssoftware vereinfacht den Entwicklungsprozess extrem.
- Bildarchivierungssoftware ist kostengünstiger.
- Der digitale Foto-Workflow ist für den Fotografen leichter zu bewältigen.

Im Großen und Ganzen kann der Fotograf mit der digitalen Fototechnik entspannter an das Fotografieren herangehen. Das macht sich in der Qualität sehr stark bemerkbar.

Fotografische Grundlagen – Licht und Farben

Was bedeutet Licht?

Lichtwellen sind elektromagnetische Strahlen und finden sich innerhalb des Spektralbereiches von 400 bis 700 nm Wellenlänge (nm = Nanometer). Wie man sieht, ist nur ein kleiner Bereich des elektromagnetischen Spektrums für das menschliche Auge sichtbar. Rotes Licht hat eine Wellenlänge von ca. 700 Milliardstel Metern (Nanometern). Violett besitzt eine Wellenlänge von ca. 400 Nanometern. Alle anderen Farben befinden sich dazwischen. Anders ausgedrückt: Zwischen 400 nm und 700 nm liegen alle Farben des Regenbogens.

Physikalisch ausgedrückt

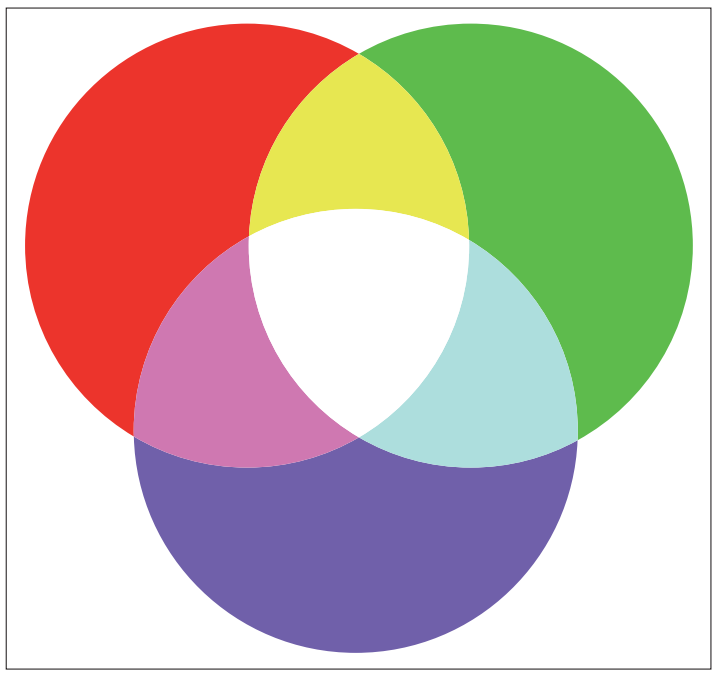
Sichtbares Licht wird von Atomen emittiert, wenn die äußersten Elektronen ihre Bahn um den Kern ändern und dabei Energie verlieren.

Reziprokes Quadratgesetz

Die Lichtstärke einer konstanten Quelle wird mit größerem Abstand geringer. Bei doppelter Entfernung zum Licht reduziert sich die ursprüngliche Lichtintensität auf ein Viertel. Jede Lichtquelle, die nach allen Richtungen emittiert, unterliegt diesem Gesetz. In der Fotografie bedeutet dies: Jeder Blendenschritt verursacht eine Verdopplung oder Halbierung des Lichtes.

Das RGB-Farbmodell

Leitet man weißes Licht durch ein Prisma, so erhält man alle Farben des Regenbogens. Umgekehrt sind aber nur drei Farben notwendig, um alle anderen Farben und wieder weißes Licht zu erzeugen. Diese drei Farben (Grundfarben) werden auch „additive Primärfarben" genannt. Das bedeutet: Gleiche Anteile von Rot, Grün und Blau ergeben additiv weißes Licht. Die drei Primärfarben werden auch als „RGB-Farben" bezeichnet und finden Verwendung in Fernsehgeräten und Computermonitoren. Allgemein gesagt: RGB-Farben werden durch Licht erzeugt.



Additive Farbzusammensetzung.

Das CMYK-Farbmodell

Subtrahiert man nun die drei additiven Primärfarben Rot, Grün und Blau vom weißen Licht, so erhält man eine Kombination der restlichen Primärfarben. Farben aus der Kombination mit Cyan, Magenta und Yellow werden auch „subtraktive Primärfarben" genannt. Gleiche Anteile von Cyan, Magenta und Yellow ergeben subtraktiv Schwarz. Da aber die Mischung kein richtiges Schwarz ergibt, sondern genau genommen ein schmutziges Violett-Braun, benötigt man zusätzlich eine Schlüsselfarbe (Key), um das tiefe Schwarz

Fortsetzung auf Seite 8 ZT

Können Verbindungen so einfach sein?

Ja! Mit Compartis® Implantat Suprastrukturen (ISUS)

Direkt Implantat-verschraubte Brücken- und Stegkonstruktionen – ohne Laborinvestition.

Compartis® ISUS ist das neue CAD/CAM Dienstleistungsangebot von DeguDent für hochpräzise, passgenaue, gefräste Implantat-Suprastrukturen aus Cobalt-Chrom und Titan.

Und so einfach funktioniert es:

• Modell einsenden • Konstruktionsplanung prüfen • Suprakonstruktion fertigstellen

Compartis® ISUS – neue Möglichkeiten für Ihre implantatprothetische Arbeiten.

www.compartis.de
Hotline: 0180 23 24 555
(6 Cent/Anruf aus dem Festnetz der Deutschen Telekom)

DeguDent
A Dentsply International Company

ANZEIGE

ZT Fortsetzung von Seite 6

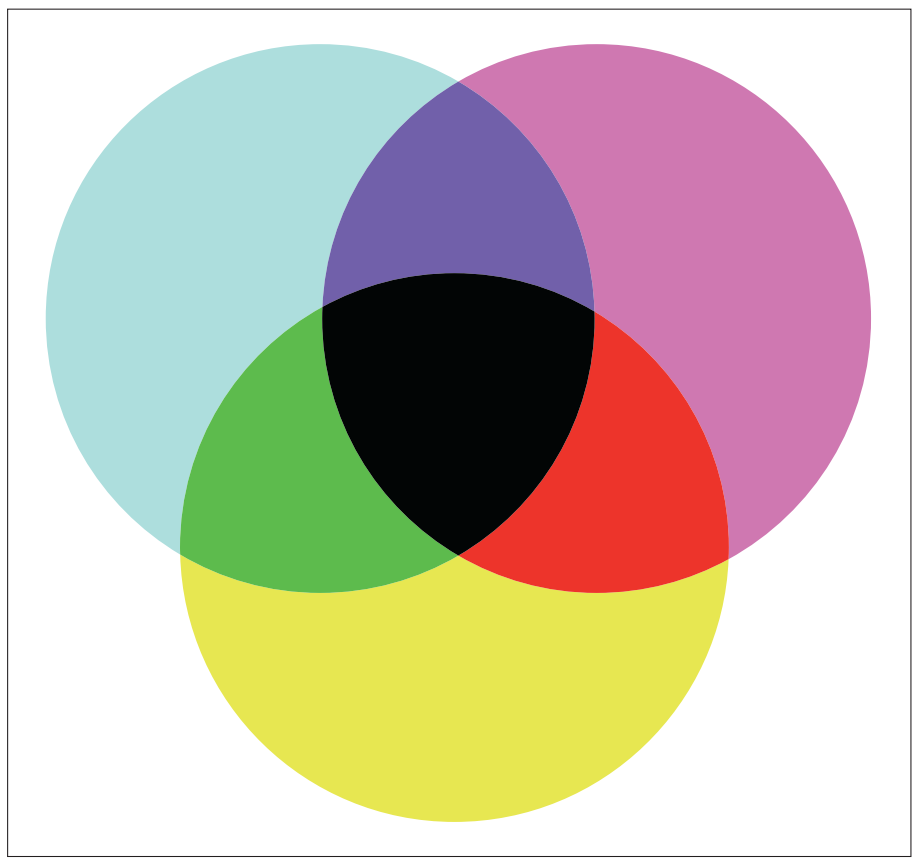
darstellen zu können. Allgemein gesagt: CMYK-Farben werden durch Reflexion erzeugt. Ein Körper wird von weißem Licht beleuchtet und verschluckt Farben bzw. emittiert eine bestimmte Farbe.
Es gilt: Das Mischen von jeweils zwei Primärfarben eines Farbmodells ergibt als Mischfarbe immer eine Primärfarbe aus dem anderen Farbmodell.

Farbtemperatur
Wird ein Körper erhitzt, so beginnt er, rot zu glühen. Irgendwann gelb, dann weiß und zuletzt blau. Das heißt, dass der Körper beständig elektromagnetische Strahlen unterschiedlicher Wellenlänge aussendet. Steigt die Temperatur (von rot nach blau), wird die Wellenlänge kürzer.
Es gilt folgende Definition:
Die Farbtemperatur wird definiert als die Temperatur, auf die man einen schwarzen Körper (planckschen Strahler) aufheizen müsste, damit er Licht einer Farbe abgibt, das (bei gleicher Helligkeit und unter festgelegten Beobachtungsbedingungen) der zu beschreibenden Farbe am ähnlichsten ist. Sie wird in Kelvin (entspricht der Temperatur in °C + 273) gemessen.

Farbtemperatur von ausgewählten Lichtquellen	
Kerze	2.000 K
Glühbirne	2.900 K
Fotolampe	3.200 K
Mittagslicht & Elektronenblitz	5.500 K
Bedeckter Himmel	7.000 K
Blauer Himmel	10.000 K

Die Farbtemperatur ist für die Fotografie äußerst wichtig, denn ihre Auswahl entscheidet über die korrekte Farbwiedergabe des Bildmotivs.

Farbbalance
Die Farbbalance bei digitalen Kameras wird durch den Weißabgleich gesteuert, d.h. bei bestimmten Farbtemperaturen soll sich ein neutrales Bild ergeben. Ist der Weißabgleich nicht korrekt, kann die Farbtreue über das Farbspektrum nicht gehalten werden. Das Bild bekommt einen Farbstich.


Subtraktive Farbzusammensetzung.

Der Weißabgleich
Für eine korrekte Farbwiedergabe des Bildmotivs muss ein Weißabgleich (White Balance) durchgeführt werden, denn ein weißes Blatt Papier soll auch in jeder Lichtsituation weiß erscheinen und nicht mit einem Farbstich behaftet sein. In der Regel geschieht der Weißabgleich in der Kamera selbst, entweder automatisch, halbautomatisch oder manuell. Nur wenn die Bilder in der Kamera im RAW-Format aufgenommen und gespeichert werden, kann der Weißabgleich später auch mittels RAW-Konverter-Software durchgeführt werden. Was aber geschieht genau beim Weißabgleich?

Automatischer Weißabgleich
Beim automatischen Weißabgleich sucht sich die Kamera eine weiße oder die hellste Stelle. Wenn keine weiße Stelle im Bildmotiv vorhanden ist, kann die Kamera den Weißabgleich eigentlich nicht korrekt durchführen. Das Ergebnis ist ein Bild mit einem Farbstich. Der automatische Weißabgleich ist also bei bestimmten Lichtsituationen nicht die richtige Wahl.

Halbautomatischer Weißabgleich
Bei dieser Methode wird eine bestimmte Lichtsituation (z.B. Tageslicht, Kunstlicht, Leuchtstoffröhren) vorgegeben. Die Kamera braucht also keine weiße Stelle im Bildmotiv suchen.

Manueller Weißabgleich
Diese Methode ist für die Dentalfotografie wohl die wichtigste. Soll ein Zahn mit einer bestimmten Zahnfarbe auch korrekt im Bild wiedergegeben werden, so wird eine weiße oder genormte Graukarte formatfüllend abfotografiert. Die Kamera ermittelt dann automatisch die richtige Farbtemperatur und korrigiert alle anderen Farben entsprechend der Messung. Das Ergebnis ist eine korrekte Darstellung aller Farben auf dem Bildmotiv. Wird eine periorale- oder intraorale Aufnahme getätigt, kann ein kleiner grauer Punkt (Teil einer genormten Graukarte) hier optimale Ergebnisse bringen.

Belichtung in der Dentalfotografie

Für eine korrekte Belichtung sind prinzipiell mehrere Parameter entscheidend und müssen vor einer Aufnahme an der Kamera in einer optimalen Kombination eingestellt werden:
- Blendenwert (Aperture Value)
- Belichtungszeit (Exposure Value)
- Beleuchtungsstärke
- Digitale Filmempfindlichkeit

Für die Dentalfotografie gilt:
Die Kamera ist entweder im Belichtungsmodus „Blendenvorwahl“ oder im Belichtungsmodus „Manuell“ einzustellen.

Blendenwert
Die Blende steuert das einfallende Licht durch das Objektiv und ist ein mechanisches Teil des Kamerasystems. Sie steuert zwei wichtige Funktionen: Einerseits wird die Lichtstärke gesteuert (je größer die Blendenzahl, desto weniger Licht kann durch das Objektiv dringen). Andererseits wird die sogenannte „Schärfentiefe“ gesteuert.
- Je größer die Blendenzahl ist, desto größer ist die Schärfentiefe und desto kleiner ist der Unschärfekreis (und desto kleiner ist die Blendenöffnung).
- Je kleiner die Blendenzahl ist, desto geringer ist die Schärfentiefe (und desto größer ist die Blendenöffnung).

Als Schärfentiefe wird der Bereich vor und hinter der „Scharfstellebene“ bezeichnet, der auf dem Foto noch als scharf wahrgenommen wird. Als Unschärfekreis oder Zerstreuungskreis bezeichnet man den Durchmesser, der außerhalb der Projektionsebene liegt und einen bestimmten Wert nicht überschreitet. Das Auge nimmt genau diesen Durchmesser noch als scharf wahr.
Da in der Dentalfotografie hauptsächlich die Makrofotografie Anwendung findet, ist der Blendenwert ausreichend hoch zu wählen (zwischen 16 und 22), sodass eine durchgängige Schärfe gewährleistet ist.
Beispiel: Frontale Gesamtaufnahme des Oberkiefers eines Patienten. Hier sollte mit Blende 22 auf die Eckzähne fokussiert werden, damit alle Zähne auch scharf dargestellt werden.
Für die Dentalfotografie gilt:
- hohe Blendenwerte (16 bis 22) für optimale Schärfentiefe.
- Verwendung eines Makroobjektivs (am besten 100 mm Brennweite), manuelle Fokussierung aktiviert.

Belichtungszeit
Die Belichtungszeit (in Sekunden, z.B. 1/30 s) ist die Zeit, in der der Fotosensor dem Lichteinfall durch die Blendenöffnung ausgesetzt ist. Sie entscheidet, ob eine Aufnahme verwackelt oder nicht. Mit Stativ kann eine lange Verschlusszeit in der Dentalfotografie gewählt werden.

Beleuchtungsstärke
Eine richtige Beleuchtung für unterschiedliche Dentalaufnahmen ist mit entscheidend für eine gelungene Aufnahme.
In der Dentalfotografie finden folgende Beleuchtungssysteme Anwendung:
- Dauerlichtquelle mit einer Farbtemperatur von 5.500 K (mittleres Tageslicht) für die Objekt- oder Sachfotografie. Ich empfehle einen Fototisch mit fest installierten Fotolampen.
- Für bewegte Aufnahmen (Porträt-, periorale und intraorale Fotografie) sollte ein Ringblitz oder besser ein Lateralblitz (auch Zangenblitz genannt) verwendet werden. Der Lateralblitz erzeugt eine bessere Räumlichkeitswirkung, da das Blitzlicht von zwei Blitzköpfen in einem bestimmten Winkel von der Seite auf das Objekt fällt.

Digitale Filmempfindlichkeit
Auch ein Fotosensor in einer Digitalkamera ist lichtempfindlich. Für jede Aufnahme kann die Lichtempfindlichkeit des Fotosensors eingestellt werden. Der Wert wird in ISO (Internationale Standard Organisation) angegeben. Je höher die Lichtempfindlichkeit eingestellt wird, desto mehr Bildrauschen entsteht. Das Rauschen entsteht durch unvorhersehbare, zufällige Schwankungen der Ladungshöhe einzelner Zellen auf dem Bildsensor.
Für die Dentalfotografie gilt:
Die Filmempfindlichkeit auf dem niedrigsten Wert stehen lassen, da das Rauschverhalten hier am niedrigsten ist.

Der Abbildungsmaßstab in der Dentalfotografie

Der Abbildungsmaßstab (AM) wird als Verhältnis zwischen der Bildgröße auf dem Fotosensor und dessen wirklicher Größe bezeichnet.
- Ein Abbildungsmaßstab von 1:1 sagt aus, dass der Gegenstand und seine Abbildung gleich groß sind.
- Ein Abbildungsmaßstab von 1:2 sagt aus, dass der Gegenstand doppelt so groß ist wie seine Abbildung.
- Ein Abbildungsmaßstab von 2:1 sagt aus, dass die Abbildung doppelt so groß ist wie der Gegenstand.

Die Größe des Fotosensors bestimmt, wie groß das Objekt auf der Sensoroberfläche abgebildet wird. Da die meisten digitalen Spiegelreflex-(SLR-) Kameras einen Fotosensor eingebaut haben, der von den Maßen kleiner ist als das Kleinbildformat (24 x 36 mm), ergibt sich automatisch ein sogenannter „Brennweiten-Verlängerungsfaktor“. Das heißt, der Bildausschnitt des Fotosensors ist kleiner als der eines Kleinbildfilms, was eigentlich einer höheren Brennweite gleichkommt. Es muss also ein Verlängerungsfaktor berücksichtigt werden. Die meisten digitalen SLR-Kameras besitzen einen Brennweiten-Verlängerungsfaktor von 1,5 bis 1,7.
Durch den Brennweiten-Verlängerungsfaktor ergibt sich auch ein größerer maximaler AM. Beispiel: Wird bei einer Analog-Kamera mit Kleinbildfilm ein AM von 1:1 erreicht, ergibt sich bei einer digitalen SLR-Kamera ein AM von 1,5:1.
Für die Dentalfotografie haben sich AM von 2:1 bis 1:10 etabliert.

Zusammenfassung

Die digitale Fototechnik ist prinzipiell ein Segen für die Fotografie. Gerade im professionellen Bereich können sich Unternehmen massiv Kosten und Zeit einsparen. Der digitale Foto-Workflow bringt optimale Ergebnisse, sodass gerade Dentaltechniker und Zahnmediziner davon profitieren. Natürlich gelten in der Digitalfotografie die gleichen Regeln wie in der Analogfotografie, d.h. der Fotograf muss die diversen Einstellungen vor einer Aufnahme ebenso sorgfältig vornehmen und ist somit genauso gefordert. Die sofortige Verfügbarkeit der Aufnahme ist jedoch ein extremer Vorteil. Der Fotograf kann die Aufnahme sofort wieder löschen und mit anderen Einstellparametern erneut erstellen. Die Zukunft der digitalen Fototechnik ist spannend und wir können mit immer besserer Technik rechnen, die dann die Qualität der Aufnahmen weiter erhöht. 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