

Natürliche Zähne – Eine Herausforderung

Teil 1 – Die Farbauswahl

Ein Beitrag von Naoki Hayashi, Kalifornien/USA

Von der Labor- und Behandlerseite aus betrachtet, stehen die Anforderungen und Wünsche des Patienten an natürlich wirkende Zähne und natürlich wirkenden Zahnersatz oft im Gegensatz zum technisch Machbaren. Der Zahntechniker zum Beispiel versucht, die Brücke zwischen seinen Möglichkeiten und dem Kundenwunsch zu schlagen. Die Erfolgsbasis bildet das ausführliche Gespräch zwischen Zahnarzt, Patient und Zahntechniker. Denn die daraus gewonnenen Informationen bilden wiederum die Grundlage für ästhetischen und realistisch wirkenden Zahnersatz. Zusätzlich werden diese Treffen genutzt, um mit den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten weitere Informationen zu sammeln. So ermöglicht die Digitaltechnik eine präzise Farbauswahl, die den Ausgangspunkt für unauffälligen und natürlich wirkenden Zahnersatz bildet. In der hiermit beginnenden Beitragsreihe erfahren Sie alles, was Sie über die Farbnahe wissen müssen. Die gezeigte Technik soll es Ihnen vereinfachen, erfolgreich ästhetische Ergebnisse zu erzielen.

Indizes: Farbauswahl, natürliche Zähne, Patientenwünsche, Restauration

Prolog

Entspricht das, was wir sehen der Realität oder ist es Illusion? Können wir unserer Wahrnehmung trauen? Ein anspruchsvolles und interessantes Diskussions-thema das leicht in das Philosophische abgeleitet – daher die Fakten.

Die menschliche Pupille empfängt visuelle Reize, die über den Sehnerv an das Gehirn übertragen und dort verarbeitet werden. Unser Bewusstsein bekommt schließlich die Informationen als Bild übermittelt. Erst dann verstehen wir das Gesehene. Das Gehirn speichert ein Leben lang Informationen – ob gesehene, gehörte oder gerochene. Diese können zur Vereinfachung des Lebens bei Bedarf direkt abgerufen werden, was oft zu irrationalen Urteilen führt (siehe Seite 147).

Der Mensch, als individuelles Lebewesen, sieht und dekodiert also Informationen unterschiedlich, da er auf individuell erlerntes und gespeichertes Wissen zurückgreift. Auch die aus dem Erlernten gewonnenen Ansichten und Erkenntnisse der Menschen unterscheiden sich, da jeder seine eigene Art hat, Informationen zu verarbeiten.

Wir müssen uns daher gewissen Regeln unterwerfen, um das Gesehene richtig – und vor allem Einheitlich – zu verstehen. Es scheint, dass der wissenschaftliche Weg dabei der einfachste ist. Allerdings ist es auch nicht ungewöhnlich, dass diese wissenschaftliche Methode oft nicht funktioniert.

Bei Zahnärzten und Zahntechnikern nimmt der visuelle Part den verhältnismäßig größten Anteil bei der täglichen Arbeit ein. Die Farbe der Objekte können wir teilweise mit technischen Geräten bestimmen, meistens jedoch benötigen wir für den stimmigeren Farbeindruck unsere Augen und die gesammelten Erfahrungswerte.

Die Fortschritte in der Computertechnik haben uns die Arbeit erheblich erleichtert. Dennoch benötigen wir für eine täuschend echte Restauration, bezüglich Farbe, Form und Stellung der Zähne, immer noch unsere Augen und Hände.

Wir schreiben das Jahr 2008. Mittlerweile sollten uns daher bei der Anfertigung von ästhetischem Zahnersatz keine Fehler mehr bezüglich der Farbe, Form et cetera passieren. Vielmehr sollten wir in der Lage sein, den Wünschen des Patienten gerecht zu werden. Bei der Anfertigung von Zahnersatz kommt dem Zahntechniker eine wesentliche Rolle zu und es müssen viele Arbeitsschritte durchlaufen werden, bis dieser perfekt ist. Ein besonders wichtiger Arbeitsschritt ist hierbei die Farbauswahl!

In diesem Beitrag wird die Farbnahe als Basis der ästhetischen Restauration näher betrachtet. Selbstverständlich sollten Fehler bei der Farbnahe tunlichst vermieden werden, da diese sich sonst durch die weiteren Fertigungsprozesse bis hin zur Fertigstellung fortpflanzen.

Heutzutage wird die Bestimmung oder besser die Analyse der Farbe häufig dadurch geprägt, dass man etwas versucht und entweder Erfolg hat oder nicht. Hierzu kommen die unterschiedlichsten Methoden zum Einsatz und auch die Orte, an denen die Farbnahme vorgenommen wird, variieren.

Die Kommunikation der erarbeiteten Zahnfarbe – unabhängig davon, ob es die richtige Vorgehensweise war oder nicht – wird immer davon abhängen, in welcher Umgebung oder unter welchen Umständen der Zahnarzt oder Zahntechniker die Farbauswahl vorgenommen hat.

Für die „richtige“ Zahnfarbe ist es daher wichtig, sich mit dem Zahnarzt vorher darüber zu verständigen, unter welchen Bedingungen die Farbe ermittelt wurde.

Ist die „Farbe“, die man wahr nimmt, „richtig“ oder „falsch“? Und was muss man alles berücksichtigen, um die korrekte Farbe bestimmen zu können?

Ich möchte Ihnen in diesem Beitrag nur ein Beispiel aus einer ganzen Reihe an Farbnahmetechniken beschreiben. Diese Methode wende ich in meiner täglichen Praxis erfolgreich an. Ich werde versuchen, Ihnen die Vorgehensweise an sich, die einzelnen Schritte sowie die Philosophie meines Konzepts näher zu bringen.

Die Vorgehensweise

Einige Patienten wissen genau, was sie von ihrem Zahnarzt oder Zahntechniker erwarten.

Im Lauf der Besprechung erzählt der Patient bis ins kleinste Detail, das er schöne Zähne möchte und wie diese genau auszusehen haben. Diese gut gemeinten Ausführungen sind meistens laienhaft, daher sollten sowohl der Zahntechniker wie auch der Behandler sehr aufmerksam und gut zuhören und versuchen, diese „Patientenwünsche“ (zum Beispiel helle, gerade, nicht so lange Zähne) zu übersetzen oder korrekt zu deuten.

Wir müssen auf all die Wünsche des Patienten eingehen, die realistisch und aus der Sicht des Profis – der wir nun mal sind – machbar und technisch sowie medizinisch vertretbar sind (letzteres bezieht sich weniger auf die Zahnfarbe als auf die Okklusion oder Zahnstellung).

Man sollte es vermeiden, bereits beim ersten Besuch des Patienten die Farbe zu bestimmen. Warum? Die Gefahr besteht darin, dass der Patient von dieser Initiativfarbnahme des Profis überrumpelt wird. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass der Patient von dem Endergebnis sehr enttäuscht ist, da er nicht die Möglichkeit hatte, am Ergebnis selbst bestimmt mitzuwirken. Zudem könnte der Patient im Laufe der Behandlung seine Zähne aufhellen lassen oder eine kieferorthopädische Behandlung wird notwendig oder aber er gerät in finanzielle Schwierigkeiten oder, oder, oder ...

Also viele Dinge, die vor der Zahnfarbbestimmung besprochen werden müssen oder zu beachten sind. Bedenken sie, dass es herauszufinden gilt, was der Patient wünscht!

Die Grundvoraussetzung hierfür ist eine gute Kommunikation zwischen Patient, Zahnarzt und Zahn-techniker – nur wenn sich die genannten Parteien untereinander austauschen, können die Wünsche und Ziele definiert und darauf eingegangen werden. Wurden all die zuvor genannten Punkte besprochen und geklärt, kann die Farbauswahl durchgeführt werden.

Aus eigener Erfahrung kann ich versichern, dass die nachfolgenden Arbeitsschritte in den meisten Fällen stressfrei durchgeführt werden können.

Falls im nachfolgend beschriebenen Ablauf einmal Probleme auftreten sollten, kann man meistens mit dem Verständnis des Patienten rechnen, da im Vorfeld eine ausführliche Beratung stattgefunden hat.

Grundsätzlich können wir drei Situationen unterscheiden, unter denen die Farbnahme stattfinden kann:

- Der Patient besucht das Labor, ein zuständiger Zahn-techniker führt persönlich die Farbauswahl durch.
- Der zuständige Zahn-techniker besucht den Patienten in der Praxis und führt dort die Farbauswahl durch.
- Der Zahnarzt führt die Farbauswahl in der Praxis durch und übermittelt das Ergebnis/die Informationen an den Zahn-techniker.

In allen drei Fällen wird die Farbauswahl unter anderen Bedingungen durchgeführt. Die meisten sind der Auffassung, dass die erste und zweite Situation die beste und einfachste Möglichkeit darstellt, da der Patient persönlich anwesend ist. Das stimmt bedingt. Allerdings hat sich bei meiner täglichen Praxis gezeigt, dass unabhängig von der Situation lediglich zwei gleiche Bedingungen nötig sind, um die Grundfarbe abzustimmen. Auf diese beiden Bedingungen werde ich später noch eingehen.

Worauf es eigentlich ankommt ist, dass Sie sich mit dem physikalischen Zustandekommen von Licht und Farbe auseinander setzen und das Funktionsprinzip verstanden haben sowie die Grundlagen der Farbnahme verstehen und beherrschen. Dann werden Sie unter allen drei zuvor genannten Situationen in der Lage sein, immer das gleiche Ergebnis zu erzielen. Der Schlüssel hierfür ist eine standardisierte Methode!

Aller guten Dinge ist eins

Eines kann aber ganz klar gesagt werden. Egal in welcher Situation die Farbauswahl durchgeführt wird, unser Ziel ist es, die Grundfarbe dem Wunsch des Patienten hundertprozentig anzupassen. Nehmen wir zum Beispiel zehn Patienten, die alle einen Zahn-



Abb. 1 und 2 Diese unterschiedlichen Patientenfälle, die prothetisch versorgt wurden, verdeutlichen, dass es vorab immer zu klären gilt, welche Erwartungen der Patient an das Resultat hat und dass es einen gravierenden objektiven Unterschied zwischen dem Wunsch nach einer ästhetischen und einer natürlichen Restauration gibt

ersatz für ihren oberen rechten Inzisivus benötigen. In allen zehn Fällen müssen wir den Patienten zufrieden stellen. Diese Ergebnisse können wir nicht dem Zufall überlassen!

Unser oberstes Ziel sollte es sein, den Zahnersatz nur einmal anfertigen zu müssen. Dafür ist es unumgänglich jeden Arbeitsschritt zuverlässig durchzuführen. Das schlimmste ist, auch weil diese Situation bestimmt jeder von Ihnen kennt, wenn man Zahnersatz ein zweites Mal anfertigen muss – quasi zurück auf „Los“ gehen soll. Diese Situation „hasse“ ich (ich weiß, solche Dinge sollte man in einem Fachbeitrag nicht schreiben, jedoch wollte ich hiermit meinen ehrlichen Gefühlen einmal Luft verschaffen).

Die Neuanfertigung ist nicht nur für den Zahntechniker, sondern auch für den Zahnarzt und den Patienten eine große Belastung. Manche Kollegen gehen daher so weit, dass sie, um eine Restauration nicht „wiederholen“ zu müssen, gleich mehrere Versionen des Zahnersatzes anfertigen. Doch diese Methode ist selbstredend für den Techniker sehr belastend.

Meine Herausforderung besteht darin – und die der Kollegen sollte es ebenfalls sein – die Arbeit in einem Arbeitsgang fertig zu stellen. Daher werde ich Ihnen im Folgenden meine Vorgehensweise ausführlich beschreiben.

In den Abbildungen 1 und 2 sind unterschiedliche Patientenfälle dargestellt, die prothetisch versorgt wurden. Für beide Fälle gilt gleichermaßen zu klären, welche Erwartungen der Patient an das Resultat hatte? Die unterschiedlichen Ergebnisse verdeutlichen meiner Meinung nach sehr gut, dass es einen gravierenden objektiven Unterschied zwischen dem Wunsch nach einer ästhetischen und einer natürlichen Restauration gibt. Womit nicht gesagt werden soll, dass die eine besser sei als die andere! Ich respektiere den Wunsch der Patienten und bemühe mich gewissenhaft, diesen zu erfüllen. Allerdings muss dabei immer der Rahmen des me-



Abb. 3 Der Reihe nach: Eine Patientin besucht mich zur Zahnfarbbestimmung in meinem Labor

dizinisch Machbaren gewahrt werden. Die Art der Farbauswahl – der Ausgangspunkt der restaurativen Phase – variiert, je nachdem, für welchen der beiden oben genannten Wünsche sich der Patient entscheidet.

Eine Patientin sucht mich in meinem Labor auf, um die Zahnfarbe bestimmen zu lassen (Abb. 3). Wie bereits erwähnt, sollten wir uns zunächst den Wunsch der Patientin anhören und erst danach die Zahnfarbe ermitteln. Zweifel oder Uneinigkeiten können mithilfe von Muster-Fotos oder Wax-ups im Team beseitigt oder zur Diskussion gestellt werden. Ein gemeinsames Ziel zu verfolgen bedeutet nicht, nur den eigenen Arbeitsschritt durchzuführen, sondern sich mit dem gesamten Fall und den Zusammenhängen vertraut zu machen. Unter dieser Voraussetzung wird der Patient sicherlich zufrieden gestellt.



Abb. 4 Eine kommunizierbare Größe des Lichts ist die Farbtemperatur. Je höher die Farbtemperatur, desto bläulicher erscheint das Licht. Sonnenlicht besitzt mittags bei klarem Wetter eine Farbtemperatur von zirka 5500 bis 6000 k, eine 40 Watt Glühbirne dagegen 2680 k

Die Lichtquelle

Verinnerlichen wir uns nochmals kurz die drei zuvor genannten Variationen der Farbauswahl. Hat beispielsweise der Zahnarzt die Zahnfarbe bestimmt, müssen die zur Rekonstruktion benötigten Informationen dem Zahntechniker übermittelt werden. Eine dieser Informationen liefert uns die Farbtemperatur. Über diese wurde bisher schon viel geschrieben. Dennoch: Sie ist ein besonders wichtiger Bestandteil der Farbbestimmung, weshalb ich sie noch einmal kurz aufgreifen möchte.

Die Farbtemperatur

Heutzutage spielt die analoge Fotografie eine immer untergeordnetere Rolle und stattdessen kommt die digitale Fotografie zum Einsatz. In diesem Zusammenhang kommt dem Begriff „Weißabgleich“ sehr viel Bedeutung zu. Dieser konnte in der Analogtechnik nicht so einfach vorgenommen werden. Zur Steuerung der Farbtemperatur („Wärme“ der Aufnahme) konnten dafür Filter auf das Objektiv aufgebracht werden.

Im Grunde genommen ist die Farbtemperatur eine metrische Einheit des Lichts einer Lichtquelle. Diese wird in Temperatur umgerechnet. Der errechnete Zahlenwert hat die Einheit „Kelvin“ (k).

Zum besseren Verständnis hier nun ein Beispiel aus dem Alltag. Die Flamme einer brennenden Kerze ist im Bereich des Dochts, wo die Flamme am heißesten ist, bläulich. Nach außen hin wird die Flamme immer kälter und die Flamme, beziehungsweise das ausgestrahlte Licht ist gelblich bis rötlich.

Daraus folgt, je niedriger die Temperatur einer lichtzeugenden Quelle, desto rötlicher ist diese. Je höher die Temperatur, desto bläulicher. Sonnenlicht besitzt mittags bei klarem Wetter eine Farbtemperatur von zirka 5500 bis 6000 k, eine 40 Watt Glühbirne dagegen 2680 k (Abb. 4).

Je nach Farbtemperatur wird das Licht von rötlich bis bläulich wahrgenommen. Unsere Augen sind allerdings in der Lage sich anzupassen. Der menschliche Sehapparat wird automatisch die unterschiedlichen Lichtverhältnisse korrigieren und dadurch einen Farbstandard definieren. So nehmen wir, wenn wir nachts durch die Straßen gehen, die Fernsehapparate in den Wohnungen als blaues Leuchten wahr. Eigentlich erzeugen Fernseher absolut weißes Licht (Mischung aus Rot, Grün, Blau). Da sich aber unser Auge über Tag auf das „falsche“ Weiß des Sonnenlichts eingestellt hat, erscheint das „echte“ Weiß am Abend bläulich. Unser Gehirn hat das Farbspektrum entsprechend verschoben.

Daher unterliegen unsere Augen bei der Farbauswahl oft optischen Täuschungen. Die Digitalkamera führt uns dagegen die Realität vor Augen. Der Bildsensor (Film, Digital) kann die Farbtemperatur dagegen exakt bestimmen. Oft weist die Aufnahme eines weiß wirkenden Zahns, einen Blau- oder Rotstich auf. Während der Mensch nur bedingt die Farbtemperatur bestimmen kann, reagiert die Kamera unverzüglich auf die Änderungen der Farbtemperatur.

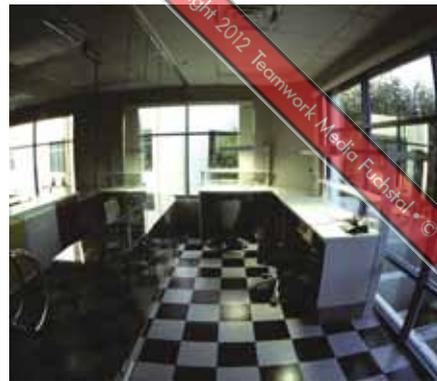


Abb. 5 bis 7 Kamera, Objektiv, Blende, Belichtungszeit sowie die Lage sind gleich, nur die Uhrzeit zu der die Aufnahme angefertigt wurde variiert – deutlich werden die unterschiedlichen Farbtöne beziehungsweise die Grundfärbungen

Die Abbildungen 5 bis 7 sind mit ein und demselben Film (200 ASA) und unter einheitlichen Kameraeinstellungen (Objektiv, Blende, Belichtungszeit, Position) aufgenommen worden.

Der einzige Unterschied: die Uhrzeit. Die Abbildung 5 wurde um 9:00 Uhr, Abbildung 6 um 12:00 Uhr und die Abbildung 7 um 17 Uhr aufgenommen (Abb. 5 bis 7). Diese drei Aufnahmen verdeutlichen die unterschiedliche Grundfärbung (Farbton) des Lichts zu einer bestimmten Tageszeit.

Bekanntermaßen hängt die Wahrnehmung des Tageslichts nicht nur von der Uhrzeit, sondern auch von anderen Faktoren, wie der Jahreszeit, Wetterlage, Sonneneinstrahlung und so weiter ab.

Unter Berücksichtigung der unregelmäßigen Bedingungen dieser Lichtquelle, wird deutlich, wie ungenau eine Farbbestimmung unter Tageslicht ist. Besonders gravierend ist dieser Umstand, wenn die Farbauswahl und die Anfertigung der Krone unter verschiedenen Lichtquellen durchgeführt werden.

Um unter standardisierten (Licht-)Bedingungen die Farbbestimmung durchführen zu können, müssen alle Lichtquellen außerhalb des Raums ausgesperrt werden (Abb. 8).

Auf diese Weise machen wir die Farbbestimmung unabhängig von der Uhrzeit, dem Wetter und der Jahreszeit und sind unserem Wunsch nach Standard schon sehr nahe. Als einzige Lichtquelle sollten „Tageslichtlampen“ genutzt werden.

Die erste Bedingung, die wir daher schaffen müssen ist eine einheitliche Lichtquelle.

Das Risiko, dass einem unter nicht standardisierten Bedingungen ein Fehler bei der Farbauswahl unterläuft ist groß.

Für kommerzielle Labore, die mit mehreren Zahnärzten zusammen arbeiten, ist es nicht ohne weiteres möglich, einheitliche Bedingungen zu schaffen.

Ausstattung: Die ideale Lichtquelle

Für die Farbnahme ist kein besonderes Equipment notwendig. Oft reicht es einfach aus, externe Licht-



Abb. 8 Werden alle äußeren Lichtquellen ausgeschlossen und Kunstlicht als Standardlichtquelle verwendet, schließen wir Probleme weitestgehend aus – von der Farbauswahl bis hin zur Fertigstellung des Zahnersatzes kommunizieren wir eine einheitliche Farbe

quellen auszuschließen und auf eine stabile Lichtquelle (künstliches Tageslicht) zurück zu greifen. Zunächst möchte ich eine bewährte Methode aufzeigen, mit der sich unter den beschriebenen Lichtverhältnissen die Zahnfarbe bestimmen lässt.

Die Farbtemperatur der Tageslichtlampe sollte genormt sein. Wie bereits beschrieben, variiert die Farbtemperatur des Tageslichts zur Mittagszeit zwischen 5500 und 6000 k. Daher wird die Frage nach dem Idealen patientenspezifischen Zeitpunkt der Zahnfarbbestimmung eine Frage der Tageszeit. Schließlich fertigen wir den Zahnersatz nach den Erkenntnissen an, die wir zu dieser oder jener Tageszeit gewonnen haben. Was aber, wenn der Patient normalerweise gar nicht um 7 Uhr morgens aktiv ist, wir ihm aber eine 7 Uhr-Krone angefertigt haben?! Man sollte daher Idealerweise die Lebensgewohnheiten des Patienten und die Begebenheiten kennen, unter denen sich der Patient am häufigsten



Abb. 9 Eine genormte Lichtquelle – in Labor und Praxis – wirkt sich positiv auf die Kommunikation von Farbe aus

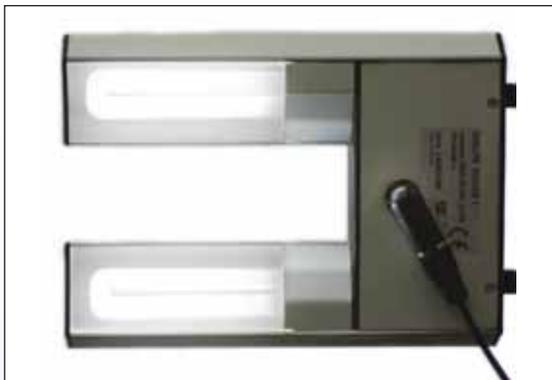


Abb. 10 Für die Farbauswahl verwende ich den hier abgebildeten Leuchtkörper. Dieser ist kompakt, einfach zu transportieren und liefert immer und überall konstant 5500 k

aufhält. Fänden wir die adäquaten Lichtverhältnisse hierzu, könnten wir eine entsprechende Lichtquelle wählen und hätten ideale Bedingungen. Auf jeden Fall sollten sowohl der Behandler, als auch das Labor Lampen (idealerweise die Gleichen) mit der gleichen Farbtemperatur verwenden (Abb. 9).

Eine genormte Lichtquelle – in Labor und Praxis – wirkt sich positiv auf die Wirkung des Farbschlüssels, des Dias, oder der digitalen Abbildung auf einem PC-Monitor aus.

Dennoch – einheitliche Verhältnisse sind oft nicht so einfach zu realisieren und nicht realistisch. Problematisch ist ja bereits die Architektur der Praxis, die Lage des Arbeitsplatzes, fehlende oder unzureichende Jalousien, die individuelle Farbgebung der Wände – alles Faktoren, die einen großen Einfluss auf die Farbauswahl haben. Um diese Faktoren zu vereinheitlichen oder anzugleichen wären zum Teil große Investitionen und viel Zeit nötig.

Ich möchte Ihnen zwei Möglichkeiten aufzeigen, mit denen sich ohne großen zeitlichen oder finanziellen Aufwand einheitliche Lichtverhältnisse erreichen lassen. Als erstes eine handliche und transportable Lampe für die Farbauswahl. Es gibt etliche

Lampen dieser Art, allerdings hat sich bei mir das abgebildete Modell sehr bewährt (Abb. 10).

Diese Lampe hat zwei Leuchtkörper mit 5500 k und erzeugt eine ausreichend große Lichtmenge.

Wenn die vorhandene Lichtlage nicht für die Farbauswahl geeignet ist, verwende ich diese Lampe, die den kompletten Mundbereich bei konstant 5500 k ausleuchtet. Die umliegenden Lichtquellen werden optisch eliminiert, ein Vermischen verhindert. Das Licht muss parallel zum Gesicht des Patienten auftreffen. Dies ist einfach zu bewerkstelligen, da die Lampe nicht sehr groß und auch sehr leicht ist (Abb. 11). Zudem kann man die Lampe überall hin mitnehmen. So steht der standardisierten Farbbestimmung beim Behandler nichts mehr im Weg. Mithilfe dieses kleinen Helfers sind wir unabhängig von anderen Lichteinflüssen, wie der Tageszeit und Umgebung, und schaffen uns einheitliche Verhältnisse. Die Lampe liefert „sauberes“, weißes Licht (Abb. 12). Wir müssen aber bedenken, dass wir nun den Zahnersatz unter denselben Lichtbedingungen anfertigen!

Für den Fall, dass ich die Farbauswahl in meinem Labor vornehme, verwende ich die Arbeitsplatzbeleuchtung. Persönlich verwende ich in meiner Arbeitsplatzbeleuchtung Spezialleuchtkörper. Dabei kommt es eigentlich nicht darauf an, dass die Farbtemperatur exakt diesen oder jenen Wert besitzt. Wichtig ist nur, dass bei der Farbnahme und der Anfertigung die gleichen Bedingungen herrschen. Ansonst sprechen wir nie von der gleichen Farbe.

Der optimale Zeitpunkt der Farbauswahl

In den Abbildungen 14 und 15 ist die Mundsituation von ein und demselben Patienten. In diesem Fall ist Zahn 21 mit einer VMK-Krone versorgt worden. Achten Sie bitte auf die künstliche Krone in der Abbildung 14. Sie sieht dunkel aus. Die Krone ist eigentlich nicht zu dunkel, sondern die Helligkeit des natürlichen Zahns (11) ist höher. Von diesem Punkt aus sollte man die Problematik einmal betrachten.

Bei der Abbildung 15 verhält sich dies allerdings schon wieder anders. Die Krone (21) und der natürliche Zahn weisen fast die gleiche Helligkeit und Transparenz auf. Aufgenommen wurde die Abbildung 14 um 8:30 Uhr morgens. Die Abbildung 15 wurde dagegen um 17:30 Uhr geschossen.

Ich habe mich bemüht, den Zahn mit all seinen prägenden Charakteristika (die ich bei der Farbanalyse festgestellt habe) möglichst dem Nachbarzahn entsprechend zu restaurieren. Die Abbildung 15 ist ungefähr um die Zeit aufgenommen worden, zu der ich einige Tage zuvor die Farbanalyse durchgeführt hatte.



Abb. 11 Die Farbauswahl mit dem zuvor genannten Leuchtkörper bei einer Patientin. Deutlich ist zu erkennen, dass die erzeugte Lichtmenge für die Farbbestimmung vollkommen ausreicht. Der Mundbereich ist in neutrales, weißes Licht getaucht, es kommt zu keiner Farbvermischung



Abb. 12 Close-up der Farbauswahl, durch die beiden Arme der Lampe hindurch aufgenommen. Es ist darauf zu achten, dass das Licht von vorne und parallel zum Gesicht aufrifft



Abb. 13 Eine andere Möglichkeit zur Standardisierung der Lichtverhältnisse zur Farbnahme bietet die Arbeitsplatzbeleuchtung. Auch wenn jetzt einige anmerken, dass diese eine andere Farbtemperatur hat, kann ich sie beruhigen. Es kommt viel mehr auf einheitliche Lichtbedingungen an. Zudem muss die Lichtquelle genug Lichtstärke besitzen, sodass sie sich nicht mit anderem Umgebungslicht vermischt



Abb. 14 Die Helligkeit der VMK-Krone (21) ist niedriger als die des natürlichen Zahns (11). Dies liegt daran, dass sich die Helligkeit ausgetrockneter natürlicher Zähne erhöht

Zudem sollte man sich vergegenwärtigen, dass der natürliche Zahn (11) ausgetrocknet war, als ich ihn um 8:30 Uhr morgens fotografiert habe. Viele Patienten schlafen mit offenem Mund. Das ist keine Seltenheit. Daher wirkte der Zahn heller – deutlich sind auch weiße Rillen zu sehen.

Es dauert etwa 4 bis 5 Stunden bis die Zähne den Speichel wieder aufgesaugt und den eigentlichen Feuchtigkeitsgrad erreicht haben.

Daraus ergibt sich, dass sich Erfolgsquote erhöht, wenn man die Farbauswahl zur Nachmittagszeit vornimmt. Absolut selbstverständlich ist, dass man die Farbauswahl vor Behandlungsbeginn abgeschlossen hat. Die natürlichen (Referenz-)Zähne sollten bei der Farbauswahl immer feucht sein, weshalb die Farbauswahl zügig durchgeführt werden sollte (Abb. 16).

Je nach dem, ob die Zähne bei der Farbnahme ausgetrocknet oder feucht waren, kann man mit einer Abweichung auf der Farbskala von einer bis eineinhalb Stufen rechnen. Insbesondere bei Patienten, die eine Bleachingbehandlung erhalten haben.



Abb. 15 Dieses Foto ist ungefähr zur gleichen Uhrzeit aufgenommen worden, zu der die Farbauswahl getroffen wurde. Der natürliche Zahn ist wieder hydriert und weist fast die gleiche Helligkeit auf wie die künstliche Krone (21)



Abb. 16 Normalerweise sind die natürlichen Zähne hydriert, sie sehen lebendig aus und haben eine schöne Färbung. Daher sollte man darauf achten, dass die Zähne, an denen man sich bei der Farbnahme orientiert, nicht austrocknen lässt – zügiges Arbeiten ist geboten (Quellentext Literatur 6)



Abb. 17 Betrachten wir die Abbildung, so stellen wir fest, dass in der rechten Bildhälfte ein anderer Grauton verwendet wurde, als in der linken. Wie Sie sich sicher denken können, stimmt das nicht – die grauen Streifen sind in beiden Hälften dieselben. Lediglich die Dominanz der schwarzen Balken führt zu einer unterschiedlichen Wahrnehmung. Wir können deutlich sehen, wie sich die Umgebung auf unsere Wahrnehmung auswirkt



Abb. 18 und 19 Bei diesem Patientenfall wurde der Zahn 11 mit einer VMK-Krone versorgt. Kein leichter Fall, denn der Referenzzahn 21 weist eine Schmelzschicht mit weißen Linien, Sprüngen, Amber et cetera auf. Da diese hochchromatischen Anteile die Dentinschicht überlagern, laufen wir Gefahr, dass wir bei der Bestimmung der Grundfarbe einer optischen Täuschung aufsitzen

Illusionen

Wie am Anfang dieses Artikels erwähnt, hat unser Sehapparat die Eigenschaft, das Gesehene mit bereits Gesehenem zu vergleichen und diese Bilder anzupassen. Unter gewissen Bedingungen unterliegen wir optischen Täuschungen. Das Licht und die Informationen, die durch unsere Linse gebündelt und im Inneren des Auges auf dem Kopf stehend ankommt, entsprechen exakt dem Wahrgenommenen. Was unser Gehirn allerdings daraus macht und wie es interpretiert wird, steht auf einem anderen Blatt. Dieser Umstand verdeutlicht die Fehlermöglichkeiten, die bei der Farbauswahl entstehen können.

Es liegt also an uns, der Illusion keine Chance zu geben, indem wir wissen, wie wir diese zu deuten haben. Die optischen Täuschungen beziehen sich allerdings nicht nur auf die Zahnfarben, sondern auch auf dessen Form und Größe. In diesem Artikel soll die Farbe näher betrachtet werden. Die Themen Form und Größe werden in anderen Ausgaben näher betrachtet.

Schauen Sie sich bitte die Abbildung 17 genau an. Auf den ersten Blick wirken die grauen Bereiche in der rechten und linken Hälfte unterschiedlich. Tatsächlich ist der Grauton auf beiden Seiten der derselbe. Wie aber kommt es zu dieser optischen Täuschung? In der linken Hälfte des Bildes ist die graue Farbe von schwarzen Streifen bedeckt. In unserem Gehirn nehmen die schwarzen Streifen eine dominanteren Stellung ein, weshalb die komplette Bildhälfte von unserem Gehirn auf der Farbskala in Richtung Schwarz verschoben wird – der Grauton erscheint dunkler. Wenn wir wissen, wie dieser Effekt zustande kommt, können wir diese optischen Täuschungen auch auf den Zahnschmelz anwenden, wodurch Fehler bei der Bestimmung des Dentinchromas verhindert werden.

Die Abbildungen 18 und 19 sind ein gutes Beispiel für eine solche optische Täuschung. Der Patient hat in diesem Fall auf Zahn 11 eine VMK-Krone bekommen. In solchen Fällen wird man oft vom oberflächlichen Schmelz irre geleitet. In diesem Fall weist die

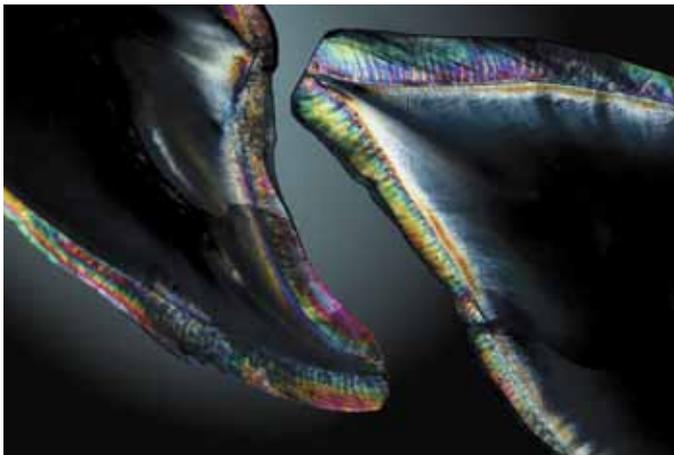


Abb. 20 Das Schnittbild eines natürlichen Zahns offenbart dessen Struktur. Bemerkenswert ist die Balance zwischen Dentin und Zahnschmelz, auf die wir bei der Reproduktion achten müssen

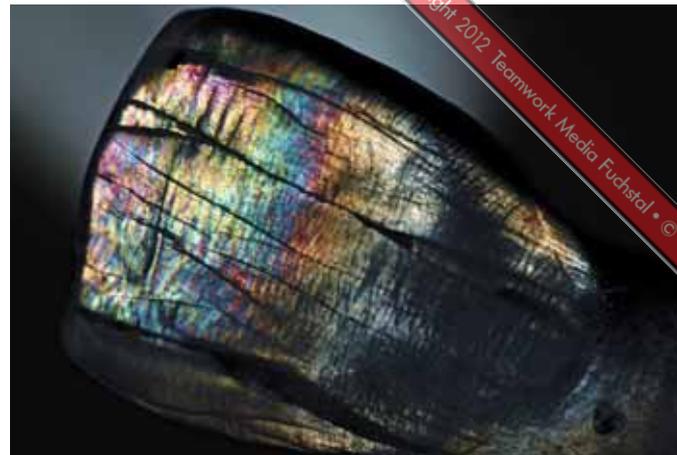


Abb. 21 Diese Aufnahme zeigt den Schmelz eines natürlichen Zahns. Bei der Farbauswahl muss darauf geachtet werden, ob und welche Charakteristika die Schmelzschicht aufweist. Von diesen darf man sich nicht irreführen lassen, um die Dentinfarbe in der unteren Schicht ungetrübt bestimmen zu können

Schmelzschicht der Zahnkrone weiße Rillen und vertikal verlaufende weiße Streifen und Sprünge auf. Der Schmelz der Schneidekante entspricht in Teilbereichen der Farbe Amber. Diese Beobachtungen können bei der Auswahl der Dentinfarbe – und somit der Grundfarbe der Krone – irritieren. Wie in der Abbildung 17 ersichtlich, müssen wir diese Beobachtungen und die daraus resultierenden Effekte kennen, um uns nicht täuschen zu lassen. Die Grundfarbe lässt sich in einem Fall wie diesem dadurch bestimmen, dass wir versuchen, die weißen Streifen aus der Farbbestimmung „herauszurechnen“ da sie die Wahrnehmung des Chromas „aufhellen“.

Die Farbauswahl

Klingt bisher alles logisch und plausibel, aber wie nimmt man nun in einem solchen Fall die Farbanalyse vor? Wir müssen uns den Zahn wie eine Zwiebel mit mehreren Hautschichten vorstellen. Um nun über jede Schicht Farbinformationen zu erhalten, müssen wir im Geist Schicht für Schicht „abtragen“ und analysieren.

Bei der obersten Schicht, dem Zahnschmelz, sollten wir auf Flecken, Schattierungen, Farbeinschlüsse oder ähnliches achten. Erst dann können wir uns dem Dentin widmen. Dies klingt sehr kompliziert, ist es aber in Wirklichkeit nicht, da natürliche Zähne nur zwei Schichten aufweisen (Abb. 20).

Die Umsetzung in Keramik ist da schon komplizierter. Wir reproduzieren den Farbton mithilfe vieler, aufeinander folgenden Schichten. Die Schichtung ist zunächst aber nebensächlich. Als erstes sollte man sich auf die „Farben“ des Dentins und Schmelzes konzentrieren, um sie zu verstehen.

Natürlich gibt es noch charakteristische Merkmale, wie beispielsweise die Schneidekante des Zahns.

Diese Eigenart hat allerdings keinen Einfluss auf die Gesamtfarbwirkung eines Zahns.

Eine grundlegende und äußerst wichtige Sache ist es, den Farbton des Dentins und den Farbton sowie die Stärke der Schmelzschicht zu analysieren und zu verstehen (Abb. 21). Unser Blick wandert dabei sukzessive von außen (der Zahnoberfläche) nach innen (zum Dentinkern), um dadurch die Stärke der ersten Schicht, also des Schmelzes, bestimmen zu können. Hierbei ist zu beachten, dass die Stärke des Schmelzes nicht überall gleich ist.

Die Zähne in der Abbildung 22 weisen sehr ausdrucksstarke labiale Leisten auf. An diesen ist der Schmelz natürlich dicker, was wiederum Auswirkungen auf die Farbwirkung des Zahns hat. Die Anteile mit dickerem Schmelz haben eine höhere Helligkeit und werden blauweißlich erscheinen. Im Gegensatz dazu wirken die dünneren Schmelzanteile ein höheres Chroma auf, hervorgerufen durch das darunter liegende Dentin.

Ist die Labialfläche dagegen nicht so stark ausgeprägt und eher flach, wird das Chroma des Dentins relativ einheitlich durchscheinen können (Abb. 23). Um die Farbe des Schmelzes der gesamten Zahnkrone ermitteln zu können, muss die Transparenz beachtet werden. Hierfür eignet sich ein Farbschlüssel, mit dem sich die Transparenz des Zahns bestimmen lässt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, ob die Schmelzfarbe eher bläulich oder rötlich ist.

Wenn man mit der Farbbestimmung des Schmelzes fertig ist, wird die Farbe des Dentins analysiert. Es gibt eine zahntechnische Rekonstruktionsmethode, die sich an der natürlichen Farbentstehung des Zahns orientiert. Hierbei wird der komplette Zahn zunächst von innen heraus im Farbton des Dentins aufgebaut. Auf dieses Thema werde ich aber noch im Detail bei der Anfertigung des Zahnersatzes eingehen.



Abb. 22 Natürliche Zähne, die stark ausgeprägte labiale Leisten aufweisen, haben unterschiedlich dicken Schmelz. Dieser Umstand hat Einfluss auf die Gesamtfarbwirkung des Zahns. Somit hat auch die Morphologie Einfluss auf die Zahnfarbe, was es zu berücksichtigen gilt



Abb. 23 Natürliche Zähne, bei denen die labialen Leisten fast nicht ausgeprägt sind. Die Schmelzschicht ist fast überall gleich dick. Aber auch bei beinahe planen Oberflächen, geben Reflexionen Aufschluss über charakteristische Ausprägungen



Abb. 24 Die Zähne auf diesem Foto wurden für Veneers präpariert



Abb. 25 Die Farbauswahl durchzuführen heißt, zuerst die Farbe des Zahnschmelzes zu bestimmen und dann die des Dentins. Falls die Bezeichnungen der Farbskala nicht mit auf das Foto passen, sollten auf einem separaten Blatt die Nummern notiert werden. Ein solches Farbprotokoll ist generell zu empfehlen, es eignet sich auch für Detailinformationen über interne Charakteristika



Abb. 26 Die Makroaufnahme des Referenzzahns. Nach der Bestimmung der Schmelz- und Dentinfarbe geht es an die Charakteristika, wie die Form und Struktur, weiße Kalkeinlagerungen, Sprünge, Transparenzen, die Oberflächenbeschaffenheit sowie den Glanzgrad und – je nachdem – vieles mehr. Ich bezeichne die Charakteristika des Zahns gerne als Zubehör der Grundfarbe

Die Bestimmung des Dentinfarbtönen führt man durch, ohne sich durch die Schmelzschicht, verwirren zu lassen. Hierzu wird der mittlere Bereich des Zahns in Richtung Zahnhals unter die Lupe genommen. Der Farbton, der hier durch den Schmelz dringt, wird zur Bestimmung der Dentinfarbe genutzt. In Abbildung 24 und 25 ist dargestellt, wie die Grundfarbe des Zahns (gesteuert vom Dentin) bestimmt wird.

Der Farbton von Dentin und Schmelz ist nun ermittelt und die „Grundfarbauswahl“ getroffen. Mit diesen Informationen lässt sich bereits Zahnersatz herstellen, der sehr nahe am Original ist. Zusätzlich sollte man allerdings die Charakteristika beachten, wie die Oberflächentextur, Kalkflecken und -streifen, Sprünge oder ähnliches. Deutlich wird dies in der Makroaufnahme in Abbildung 26.



Abb. 27 und 28 Bei Veneerrestaurationen bildet die Stumpffarbe die Farbgrundlage. Die Keramikschichtung fordert unsere ganze Konzentration, da sich die Farbe sowohl durch Addition als auch durch Subtraktion ergibt. Auch hier ist eine gewissenhafte Farbauswahl der Schlüssel des Erfolgs



Abb. 29 und 30 Die Veneers drei Monate nach dem Einsetzen. Sie wurden, wie zuvor beschrieben, auf der Grundlage unserer Farb-analyse angefertigt. Während die Farbbestimmung relativ einfach war, gilt es bei der Umsetzung in Keramik einiges zu beachten

Natürlich ist es sehr schwierig, den Farbton oder die Charakteristika eines Zahns mit Keramikmasse zu rekonstruieren. Dagegen nimmt sich die Farbauswahl sehr einfach aus. Meiner Meinung nach sind die Farbauswahl und die nachfolgende Rekonstruktion zwei Paar Stiefel.

Bei der Anfertigung der Veneers muss die Farbe des Zahnstumpfs beachtet werden. Bekanntermaßen werden insbesondere gerüftfreie Vollkeramikrestaurationen vom Farbton des Stumpfs beeinflusst. Nach dem inkorporieren ergibt sich die Gesamt-zahnfarbe aus der Restauration und dem Stumpf.

Wie sehr die Stumpffarbe den gesamten Farbton des Zahns – vorausgesetzt wir lassen das Materialkonzept außer Acht – beeinflusst, hängt zum einen von der Schichtstärke des Zahnersatzes und zum anderen vom Farbton des Stumpfs ab. Da der Zahnstumpf im Endeffekt aber vom Zahnersatz bedeckt wird, sollten wir uns nicht zu lange mit der Farbauswahl des Stumpfs aufhalten.

Um den Grundton des Zahnstumpfs zu bestimmen nutze ich – wie schon bei der Bestimmung der Den-

tinfarbe – monochrome Farbmuster (Abb. 27 und 28). Das Ergebnis meiner Bemühungen kann sich sehen lassen. Mithilfe einer gewissenhaften Farb-analyse lassen sich selbst so komplizierte Strukturen, wie wir sie bei Zähnen vorfinden, imitieren (Abb. 39 und 30).

Farbprotokoll

Alle Informationen, die ich bei der Farb-analyse gewinne oder gewonnen habe, werden von mir auf der Stelle aufgezeichnet, damit ich sie anschließend für die Restauration nutzen kann. Es ist empfehlenswert, die Aufzeichnungen nach Beendigung der Behandlung aufzubewahren (Abb. 31).

Dieses Farbprotokoll sollte sofort, am besten noch im Beisein des Patienten angefertigt werden, da das Gedächtnis oft zwar gut, aber eben nicht perfekt ist! Dieses Farbprotokoll bildet die Basis meiner Keramikschichtung. Dadurch werden Ergebnisse leichter reproduzierbar und man nimmt der Restauration das „willkürliche“ und „zufällige“. Bitte verstehen Sie das nicht so, dass ich an der Qualität Ihrer Arbeit

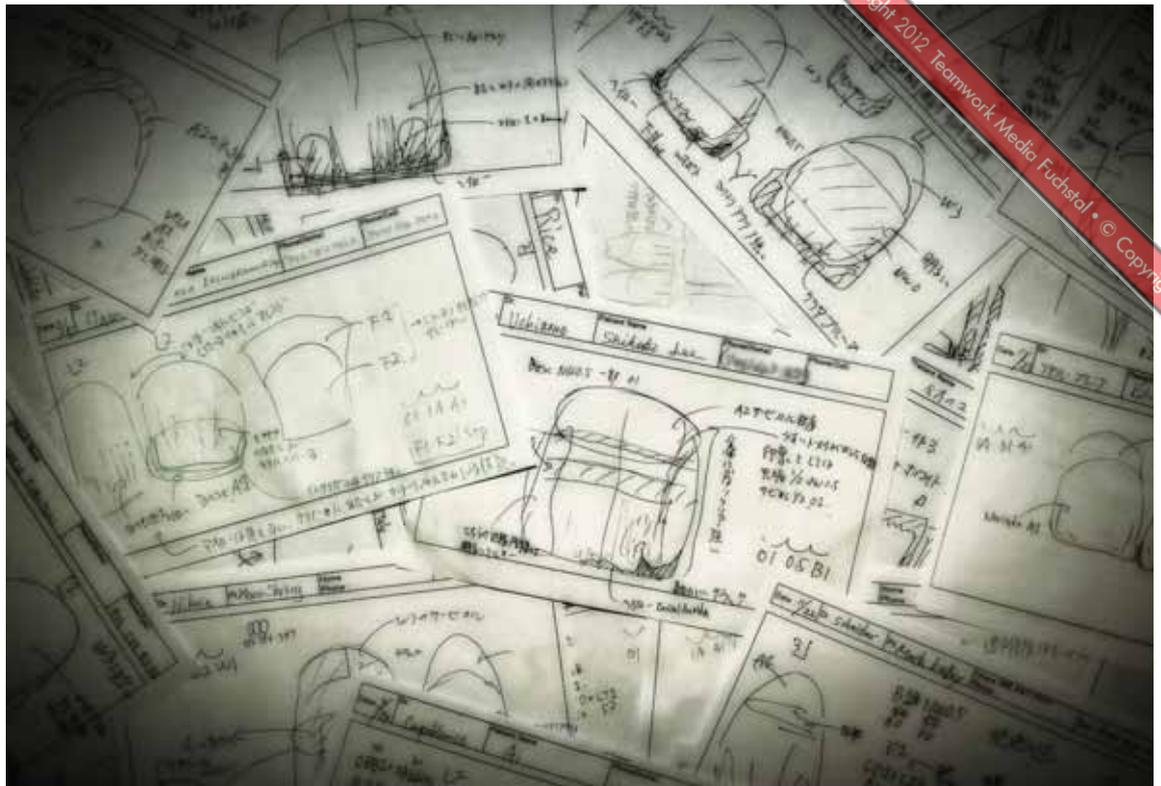


Abb. 31 Dies sind Dokumente die ich bei der Farbauswahl angefertigt habe, um sie bei den alltäglichen Patientenfällen anwenden zu können. Direkt nach der Farbauswahl sollte man die Keramik, den Schichtplan, die Form et cetera bestimmen – wir nutzen unsere Notizen wie ein Sternekoch sein Geheimrezept nutzt

Produktliste

Produkt	Name	Hersteller/Vertrieb
Farbnahme-Lampe	Dialite	System Eickhorst

zweifle. Dem Patienten erschließt sich unser Weg zum Ziel allerdings oft nicht. Somit geben wir uns und dem Patienten Sicherheit.

Was halten Sie davon?

In der nächsten Ausgabe widmet sich der Autor dem Thema „Farbnahme in der Zahnarztpraxis“.

Zur Person

Naoki Hayashi schloss seine Ausbildung 1993 am „Dental Institute College“ in Osake/Japan ab. Hayashi ist nicht nur ein talentierter Keramiker, er ist vor allem auch ein brillanter Fotograf. Er gehörte zu den ausgewählten Preisträgern des „QDT Meisterstücks“ für seine zahntechnischen Fotografien. Er hat eine Vielzahl von Fachartikeln in japanischen Dentaljournalen veröffentlicht. Zudem wurden viele seiner Beiträge ins Deutsche, Italienische, Russische übersetzt und zusätzlich in den Vereinigten Staaten und Kanada veröffentlicht.

Hayashi ist ein begehrter Referent und Kursleiter, was er bereits in diversen Vorträgen und Kursen weltweit unter Beweis stellen konnte und kann. Er genießt international einen guten Ruf und wird wegen seiner Vorträge von vielen Kapazitäten aufgesucht. Hayashi hat zudem „A Diary Through the Lens“, ein Buch, das eine Vielzahl klinischer Fälle dokumentiert und den Zahnärzten bei der Patientenberatung helfen soll, veröffentlicht. Außerdem wird Zahntechnikern darin Schritt für Schritt die keramische Schichtung bis hin zu hochästhetischen Restaurationen erklärt und bebildert vorgestellt. Naoki Hayashi ist stellvertretender Geschäftsführer des „Ultimate Styles Dental Laboratory“ in Kalifornien/USA.



Kontaktadresse

Naoki Hayashi • Ultimate Styles Dental Laboratory • 12 Mauchly • Unit M • CA-92618 • Fon +1 946 727-0822
Fax +1 949 727-0577 • info@ultimate-dl.com

Originalbeitrag: Naoki Hayashi „A Challenge to Natural Teeth – Colors&Beyond“

Erschienen in: The International Journal of Dental Technology, 36 (1): 15 – 43,36 (2): 149 – 168, Ishiyaku, publishers, INC.