

ZT AUSBILDUNG

Was geht ab?! Die Seite für Azubis.

Optisches Verhalten von zahnfarbenen Werkstoffen

In der Zahntechnik kommen dentale Werkstoffe zum Einsatz, die auf Grund ihrer optischen Eigenschaften besonders gut geeignet sind, dem Zahnersatz ein natürlich wirkendes Lichtverhalten zu verleihen. Keramik ist ein solcher „zahnfarbener“ Werkstoff. Der folgende Beitrag widmet sich unter anderem der Zusammensetzung von Dentalkeramiken sowie den Besonderheiten, die bei der Schichtung hinsichtlich des optischen Verhaltens zu beachten sind.

Von Dr. Michael Reise, Ispringen

Der natürliche Zahn zeigt eine komplexe Reaktion auf einfallendes Licht. Es wird wellenlängenselektiv gestreut, in verschiedenen Tiefen absorbiert oder kann Teile des Zahns durchdringen. Auch nicht sichtbare Anteile des Sonnenlichtes, wie das UV-Licht, spielen

vermitteln, wie man Zahnfarben richtig am Patienten abnimmt. Für die Umsetzung des Erlernten bei der Schichtung ist zunächst zu beachten, dass die Farbnahe und die Beurteilung der Schichtergebnisse bei vergleichbaren Lichtverhältnissen stattfindet. Man ist heute aber nicht mehr darauf angewiesen, bei „aufgeloockter Bewölkung um 11.00 Uhr auf der Nordseite des Gebäudes“ die Farbe zu beurteilen, sondern kann diese z. B. am Patienten messen oder mithilfe von Tageslichtlampen und nach reichlicher Übung mit dem Farbring am Patienten abnehmen. Die Schichtung sollte dann aber

chen niedrige Helligkeit oder große Grauwerte. Die Verwendung von viel transparenten Massen führt also zu einer grau wirkenden Restauration, hingegen führt die übermäßige Verwendung von wenig transparenten, opaken Massen zu erhöhter Helligkeit der Arbeiten.

Neben der „Farbe“ gibt es aber noch weitere Wechselspiele zwischen der Zahnhartsubstanz und dem Licht. Natürliche Zahnhartsubstanz zeigt Fluoreszenz. Diese gehört zusammen mit der Phosphoreszenz und anderen Erscheinungen zur so genannten Luminiszenz. Das sind diejenigen Effekte, welche durch nicht sichtbare ultraviolette Strahlung angeregt werden. Bei der Fluoreszenz wird dieses UV-Licht in sichtbares Licht umgewandelt und die Ausstrahlung endet, wenn die Erregerstrahlung verschwindet. Die Phosphoreszenz wandelt ebenfalls UV-Licht in sichtbares Licht um – dieses leuchtet aber nach, wenn die erregende Strahlung aufhört. Ein weiterer Effekt natürlicher Zähne ist die Opaleszenz. Hier ist gemeint, dass transparente Bereiche bei seitlicher Betrachtung bläulich und bei frontaler Betrachtung steinfarben erscheinen.

Optisches Verhalten der Dentalkeramik

Die Basisfritte

Aus mechanischen, physikalischen und chemischen Gründen ist die Basis für eine Dentalkeramik ein ver-

citkristallen, die in einer Glasmatrix eingebettet sind. Da der Brechungsindex von Leucit dem eines silikatischen Glases sehr ähnlich ist, findet an der Grenzfläche vom Glas zum Leucit auch nur wenig Brechung statt; im besten Fall ist eine solche Glaskeramik so transparent wie Fensterglas.

Aber schon bei dieser „Qualität“ verlieren wir durch die Reflektion an der dem Licht zu- und abgewandten Oberfläche Licht und die Trans-

parenz ist nicht gleich 100 Prozent, sondern beträgt nur etwa 92 Prozent. Hinzu kommt bei weniger gut abgestimmten Keramiken die geringe Lichtbrechung an inneren Phasengrenzen (Leucit/Glas, Glas/Glas) und die Trübung durch unerwünschte Einschlüsse wie Blasen, Schmelzrelikte oder Verunreinigungen, sodass wir real von einem Material mit ca. 65–70 % Transparenz ausgehen können. Diese eigentlich uneingefärbte Masse heißt als verkaufsfähiges Produkt in der Regel Transpa Neutral, Clear oder ähnlich.

Die eingefärbten Dentalkeramik-Massen

Ein Dentalkeramiksistem umfasst immer die drei Standardmassen Opaker, Dentin und Schneide. Da der Opaker das metallische Gerüst, gleich welcher Farbe, abdecken soll, ist er am stärksten mit Trübungsmitteln und Pigmenten versetzt. Der Anteil kann 20 bis 30 % Masseanteil betragen. Dennoch ist es notwendig, eine Mindestschichtstärke des Opakers auf dem metallischen Gerüst zu realisieren, um seine metallische Farbe vollständig abzudecken, damit diese keinerlei Einfluss auf die Farbe der Verblendung hat. Diese Schichtstärke ist in der

Sie sind gut aufzutragen, bergen aber das Risiko einer gelblichen Verfärbung der keramischen Schicht. Die Ursache dafür liegt in der Reaktion zwischen Titanoxid (als Weißpigment/Trübungsmittel im Opaker) und z.B. Chrom aus der Legierung. Dabei wird ein gelbgrünes Pigment gebildet.

Der Zahnkörper wird im Allgemeinen mit Dentinmassen aufgebaut. Diese werden durch Zugabe von Pigmentverdünnungen (auch von dem Weißpigment) so eingestellt, dass die Farbcharakteristik der vorgegebenen Zahnfarbe nachgestellt werden kann. Die Masse sollte bei normalen Platzverhältnissen farbtragend sein und durch die fein justierte Opazität und die damit verbundene Streuung optische Tiefe erzeugen. Die eingesetzte Menge Farbkörper/Trübungsmittel liegt je nach Zahnfarbe bei 0,5 und 1,5 % Masseanteil. Pigmentverdünnungen (Pigment in Fritte) werden verwendet, weil dadurch die Wirkung des einzelnen Farbkörpers verringert und die Gefahr einer Überdosierung in der Einwaage gemildert wird.



Abb. 1: Querschnitt eines natürlichen Zahns.

dabei eine Rolle. Neben den individuellen natürlichen Zahnfarben, die im physiologischen Aufbau des Zahns begründet liegen, tragen auch das Genussverhalten des Menschen, krankheitsbedingte Umstände, die Oberfläche und das Alter der Zähne zur farblichen Erscheinung bei. Weniger deutlich ausgeprägt, aber dennoch vorhanden, ist die Wirkung der Umgebung wie die Lippenfarbe oder der Gingiva (Abb. 1). Bei der Wiederherstellung verlorener Zahnhartsubstanz muss dieses komplizierte Wechselspiel vom Zahntechniker vorausschauend nachgestellt werden; und dies in der Mehrheit auf nicht zahnfarbenen, vollständig opaken, metallisch glänzenden Gerüsten. Dazu greift er auf „zahnfarbene“ Werkstoffe wie Komposite oder Keramik zurück.

Besondere Aspekte der Zahnfarben

Das optische Verhalten von dentalen Verblendkeramiken ist der Gegenstand des vorliegenden Beitrags. Die spezifischen Aspekte der Farbwahrnehmung oder Farbmessung werden in zahlreichen Publikationen abgehandelt.^{1, 2} Einige besondere Phänomene im Zusammenhang mit Zahnfarben sollen hier aber einleitend doch kurz erläutert werden.

„Farbsehen“ und „Farbnehmen“ ist erlern- und trainierbar. Es werden zahlreiche Kurse angeboten, die

auch bei entsprechendem Licht (Tageslichtlampe am Arbeitsplatz) stattfinden oder mithilfe des Messgerätes kontrolliert werden. Die Farbe kann in den Einheiten rot (a*), gelb (b*) und der Helligkeit L*, den bekannten L*a*b*-Werten, angegeben werden. Gebräuchlich ist auch die Angabe so genannter L*C*H*-Werte. Der L*-Wert gibt in beiden Fällen die Helligkeit oder den Grauwert einer Farbe wieder. Je mehr Licht ein Objekt zurückstret, umso heller wirkt es; im besonderen Fall der transparenten



Abb. 2: Auswahl keramischer Farbkörper.

Objekte wird das Licht aber nicht zurückgeworfen und sie erscheinen grau. Große Helligkeiten werden also nur bei relativ opaken Farben erreicht. Transparente Massen hingegen verursa-

sintertes Pulver aus einer, zwei oder mehreren Phasen. Diese Phasen können aus Glas und/oder Kristallen bestehen. Die meisten herkömmlichen Metallkeramiken bestehen aus Leu-



Abb. 3: Thermokolorierte Pigmente vor der weiteren Verarbeitung.

citkristallen, die in einer Glasmatrix eingebettet sind. Da der Brechungsindex von Leucit dem eines silikatischen Glases sehr ähnlich ist, findet an der Grenzfläche vom Glas zum Leucit auch nur wenig Brechung statt; im besten Fall ist eine solche Glaskeramik so transparent wie Fensterglas. Aber schon bei dieser „Qualität“ verlieren wir durch die Reflektion an der dem Licht zu- und abgewandten Oberfläche Licht und die Trans-

Die Farbkörper

Alle Farben in Dentalkeramiken werden durch die Zugabe von Farbkörpern (auch Pigment genannt) erzeugt. Da diese den Brennvorgang der Dentalkeramik überstehen müssen, sind dies ausschließlich so genannte keramische Farbkörper auf der Basis von z. B. Zirkon-, Baddeleyit- oder Spinell-Wirtsgittern (Abb. 2). Zu ihnen zählen auch die Trübungsmittel, die man auch als Weißpigment bezeichnen kann. Farbig werden diese Weißpigmente durch die Zugabe von Übergangsmetallelementen. Als Beispiel sei das Praseodym-Gelb genannt, dessen gelbe Farbe durch Einbau des Elementes Praseodym in eine Zirkoniumsilicatstruktur erzeugt wird oder die Schwarz- und Braunfarbkörper auf der Basis der Spinellstruktur. Diese Pigmente (Metall-

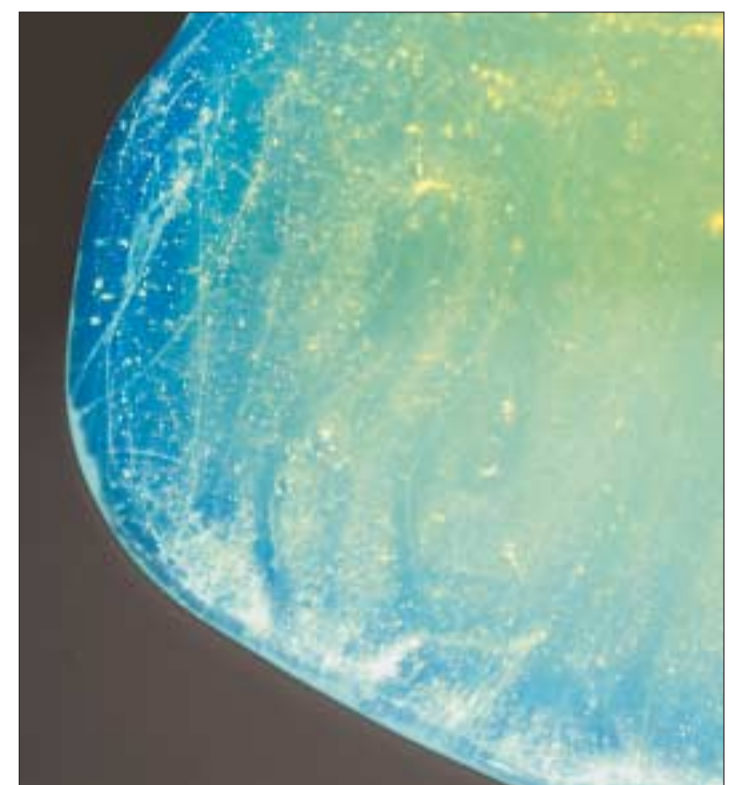


Abb. 4: Opalisierende Dentalkeramik (Triceram®, Dentaurum).

Literatur für verschiedene Produkte mit 150–200 µm angegeben. Diese Dicke mit Pastenopakern zu erreichen ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Messungen der Schichtdicke bei Pastenopakern haben nach zweimaligem Auftrag eine Dicke zwischen 80 und 120 µm ergeben. Bei einigen Opakerprodukten ist Vorsicht geboten, wenn diese Titanoxid als Weißpigment enthalten.

Um die Veränderungen der Farbwirkung eines Farbkörpers durch Umhüllung mit der glaskeramischen Matrix vorwegzunehmen, wird bei den Keramiken der Dentaurum-Gruppe (Triceram®, Carmen® und CCS) die so genannte Thermokoloration angewendet. Hierbei wird die Pigmentverdünnung (Farbkörper in

Fortsetzung auf Seite 14

Fortsetzung von Seite 13

Fritte) während des Produktionsprozesses verschmolzen und der Schmelzkuchen dann fein gemahlen (Abb. 3).

Im Zahnkörper finden neben den Dentinmassen noch eine Reihe anderer Massen Verwendung, um besondere farbliche Effekte zu erzeugen. Wenn das Platzangebot für die Verblendung gering ist, werden häufig so genannte Opakdentine verwendet, die neben einer im Vergleich zum Dentin höheren Opazität auch eine gesteigerte Farbsättigung der Zahnringfarben zeigen (Anteil Pigment/Trübungsmittel 1-2 %). Während die Verwendung von Opakdentine bei einigen Keramiklinien obligat ist, sind andere so abgestimmt, dass im Normalfall darauf verzichtet werden kann. Für den gleichen Einsatz, gibt es noch weitere sehr ähnliche Massen unter Namen wie Chromdentin,

Base Dentin oder Deepdentin. Wenn man die Zahnfarben in bestimmte farbliche Richtungen verändern will, stehen dazu weiterhin die große Gruppe der Modifizier zur Verfügung, deren Einsatz aber durchweg mehr Übung und Umgang erforder-

die Schneidemasse. Sie ist deutlich geringer pigmentiert und um einiges transparenter als das Dentin (0,1 - 0,3 % Trübungsmittel und Pigmente). Außerdem deckt eine Schneidemasse mehrere Zahnfarben ab, sodass zum Beispiel für den

einen besonderen optischen Effekt, die Opaleszenz.

Besondere optische Eigenschaften

Die Opaleszenz entsteht durch wellenselektive Streuung des Lichtes. Dabei wird blaues Licht reflektiert und der orangefarbene Lichtanteil kann hindurchtreten. Durch Streuzentren, die etwas kleiner als die Wellenlänge des blauen Lichtes sind, werden nur diese Anteile des Spektrums gebeugt und reflektiert. Langwellige orangefarbene Anteile können unbeeinflusst passieren. Auch Opaleszenz muss vom Zahnersatz gezeigt werden. Das es werkstoffkundlich keine leichte Übung ist, Opales-

zenz in den Rohfritten zu erzeugen, hat manch ein Hersteller auf einen Trick zurückgegriffen: feinputikuläres Trübungsmittel wurde den Massen zugesetzt, die dann schwach opaleszieren. Leider lösen sich diese feinen Partikel häufig im Laufe mehrerer Brände in dem Glas auf, und die Opaleszenz verschwindet. Moderne Keramiken lösen das Problem durch tropfenförmige Glas-in-Glas-Entmischungen in der Glasphase.³ Über die Zusammensetzung des Glases lässt sich die Stabilität, Häufigkeit und Größe der Entmischungen steuern und so die Intensität der Opaleszenz lenken (Abb. 4). Neben der Reaktion auf die sichtbaren Lichtteile (400 bis 700 nm Wellenlänge) muss die Dentalkeramik auch Fluoreszenz zeigen. Fluoreszenz ist die Umwandlung von kurzwelligem UV-Licht (< 400 nm) in sichtbares Licht. Die Fluoreszenz von Dentalkeramiken wurde in der fernen Vergangenheit schon einmal mit Uransalzen erzeugt, gegenwärtiger Stand der Technik ist aber die Verwendung von Leuchtpigmenten aus nicht radioaktiven Silikaten der Seltenen Erden (Yttrium, Terbium, Europium, Gadolinium). Fluoreszenz kann in verschiedenen Farben (weißlich, gelblich, orange oder grünlich) auftreten. Die Fluoreszenz von Dentalkeramiken wird in den meisten Fällen weißlich-bläulich (Abb. 5) eingestellt.

blendung verändern sich im Gegensatz zu Kunststoffverblendungen und natürlichen Zähnen während des klinischen Einsatzes kaum. Die Keramik nimmt so gut wie keine Farbstoffe von besonderen Genussgewohnheiten (Tabak, Tee oder ähnliches) an. Es besteht allerdings die Gefahr, dass oberflächlich aufgebraute Malfarben erodieren und die dadurch erzielten Effekte mit der Zeit verschwinden.

Fazit

Zur sicheren Reproduktion der Zahnfarbe gehört das Verständnis der Entstehung der Farbe und anderer optischer Effekte im Zahn, die sichere Bestimmung der Zahnfarbe und anderer Charakteristiken und deren Nachahmung durch die Schichtung der Dentalkeramik. Die exakte Farbbestimmung erfordert Übung und kann durch geeignete Instrumente unterstützt werden. Aber erst die Umsetzung dieser Erkenntnisse mit handwerklichem Geschick und einer Keramik, welche die Nachstellung entsprechender Farbeffekte wie abgestimmte Fluoreszenz und Opaleszenz möglich macht, formt die farbgenaue Prothese. **ZT**

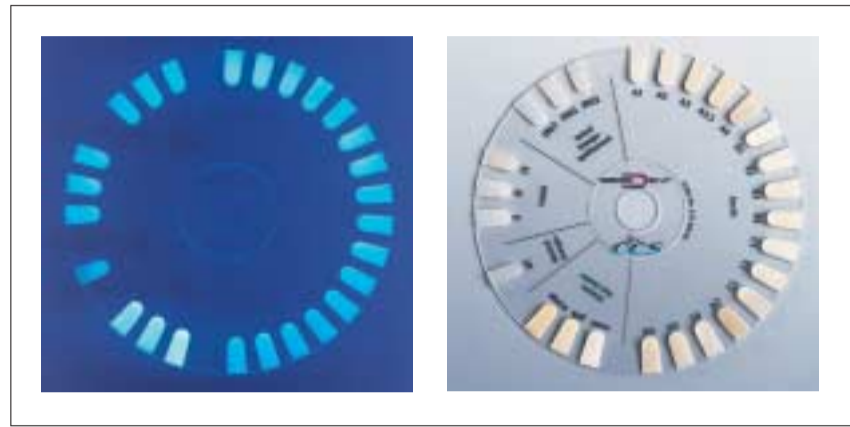


Abb. 5: Massefarbring (CCS, Dentaforum) im Tageslicht (rechts) und unter UV-Licht (links).

dert. Mit ihnen werden z.B. die Mamellonspitzen oder der Zervikalbereich akzentuiert. Die wesentliche Masse für den inzisalen Bereich ist

Vitapan classic Farbring meist nur drei Schneidmassen für die 16 Zahnfarben zur Anwendung kommen. Natürliche transparente Schneiden zeigen oft

ANZEIGE

„Quick-rep“ – eine schnelle Hilfe bei friktionsschwachen Teleskopkronen.

Mit dem 1,0 mm Rosenbohrer ein Loch in die Sekundärkrone bohren

Gewindeschneiden

Quick-rep Friktionselement eindrehen und dem Sicherheitsempfinden des Patienten anpassen

Überstehenden Teil von außen mit dem Skalpell bündig abschneiden

„TK1“

Patientenangenehme individuell einstellbare Friktion für Teleskopkronen.

„Frisoft“

einstellbare Teleskop-sicherung für den nachträglichen Einbau

einfach, funktionell, preiswert

Für Bestellungen oder mehr Informationen nutzen Sie unsere Internetseiten!!

microtec Dr. Frank Speckmann / Inh. M. Nolte – Rohrstraße 14 – 58093 Hagen
 e-mail: info@microtec-dental.de / Internet: www.microtec-dental.de
 Kostenlose Hotline 08 00/8 80 48 80
 Telefon (0 23 31) 80 81-0 – Telefax (0 23 31) 80 81-18 Bestellungen (0 23 31) 80 81-11/12

„TK 1“ – sichere, stufenlos einstellbare Dauerfriktion für Teleskopkronen.

Platzhalter an der Primärkrone fixieren, ausblocken und isolieren

Krone mit Kunststoff (Pattern Resin) modellieren

Platzhalter aus der Modellation entfernen

Die Friktion stufenlos dem Sicherheitsempfinden des Patienten anpassen

„Quick-rep“

Stufenlos einstellbares Reparatürelement aus Kunststoff. Die schnelle Hilfe bei friktionsschwachen Teleskopkronen

„Microlock-Steckriegel“

funktioniert zuverlässig ohne Federn und Rasten

klein, austauschbar, stabil

Für Bestellungen oder mehr Informationen nutzen Sie unsere Internetseiten!!

microtec Dr. Frank Speckmann / Inh. M. Nolte – Rohrstraße 14 – 58093 Hagen
 e-mail: info@microtec-dental.de / Internet: www.microtec-dental.de
 Kostenlose Hotline 08 00/8 80 48 80
 Telefon (0 23 31) 80 81-0 – Telefax (0 23 31) 80 81-18 Bestellungen (0 23 31) 80 81-11/12

Veränderung der optischen Eigenschaften

Es wurde bereits erwähnt, dass es in Folge einer Reaktion zwischen dem Gerüstmaterial und der Dentalkeramik auch zu einer farblichen Veränderung der Dentalkeramik kommen kann. Neben der erwähnten Reaktion zwischen TiO₂ aus dem Opaker und Chrom aus der Legierung können auch Gold und Silber in der Dentalkeramik zu einer Veränderung der Farbe führen. In der Vergangenheit kam es bei Palladium-Silber-Legierungen zu gelblich-grünen Verfärbungen in der Dentalkeramik. Ursächlich dafür ist die Bildung von Silber-Clustern, also mikroskopisch kleiner Silber-Partikeln, in der Keramik. Das Silber entstammt dabei der Legierung. Die Reaktion, die zur Bildung der Cluster führt, ist sehr komplex und nur unzureichend erforscht. Es ist aber leicht sie zu verhindern, indem ein oxidierendes Milieu beim Brand der Dentalkeramik erzeugt wird. Dies kann durch spezielle „Non-greening-Liquids“ oder entsprechende Keramikzusätze erfolgen. Sehr selten ist die Beobachtung von rötlichen Verfärbungen der Keramik durch Gold-Cluster. Sie traten in der Anfangszeit der Verblendung von Galvanogold-Gerüsten vereinzelt auf.

Alterung der optischen Eigenschaften

Die optischen Eigenschaften der keramischen Ver-

ZT Literatur

- ¹ Ditzinger, Farbwahrnehmung und Zahnfarbe (Teil 1), dental-labor 52, Heft 9, 2004
- ² Ditzinger, Farbwahrnehmung und Zahnfarbe (Teil 2), dental-labor 52, Heft 10, 2004
- ³ Primus et al., Opalescence of dental porcelain enamels, Quintessence Int., Vol. 33, No. 6, 2002

ZT Adresse

Dentaforum
 J. P. Winkelstroeter KG
 Turnstraße 31
 75228 Ispringen
 Tel.: 0 72 31/8 03-0
 Fax: 0 72 31/8 03-2 95
 E-Mail: info@dentaforum.de
 www.dentaforum.de

ZT Kurzvita



Dr. Michael Reise
 Der Leiter der Entwicklung im Bereich keramischer Werkstoffe in der Dentaforum-Gruppe hat Technische Mineralogie studiert und sich in seiner Dissertation mit Glaskeramik auseinandergesetzt. Nach dem Studium war er zunächst wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut Silicatforschung und ist seit 1996 in der Dentalindustrie verantwortlich für die Entwicklung dental-keramischer Werkstoffe tätig.