

Ästhetische Analyse für Komposite im Frontzahnbereich

Bestimmung von Zahnfarbe und individueller Charakteristika

Ein Beitrag von Prof. Dr. Jürgen Manhart, München

In der Kompositeschichttechnik geübte Behandler sind in der Lage, Frontzahndefekte auch bei Patienten mit höchsten Ansprüchen ohne ästhetische Kompromisse direkt zu versorgen. Um mit direkten Kompositrestaurationen vorhersagbar erfolgreiche Ergebnisse zu erzielen, die sich durch eine perfekte optische Integration in die umgebende Zahnhartsubstanz auszeichnen, ist zu Beginn eine profunde ästhetische Analyse der zu restaurierenden Zähne erforderlich, um anschließend mit Kompositmassen in verschiedenen Farben und Transluzenzabstufungen die direkte Restauration korrekt umzusetzen.

Bei Zahnbehandlungen im Frontzahnbereich spielt das ästhetische Resultat neben funktionellen Belangen eine dominante Rolle. Während für die Behandler beide Aspekte von großer Bedeutung sind, konzentrieren sich die meisten betroffenen Patienten vor allem auf das perfekte Aussehen der Restaurationen. Eine große Anzahl der Patienten hat heutzutage erfreulicherweise ein ausgeprägtes Zahnbewusstsein entwickelt und ist mittlerweile immer öfter auch bereit, für ein attraktives Lächeln entsprechende finanzielle Aufwendungen zu tragen.

Mit direkten Kompositrestaurationen kann man heute – von minimal-invasiven Defektversorgungen über kavitätenlose Zahnumformungen bis hin zu umfangreichen Frontzahnaufbauten, welche oft einen Großteil des Kronenvolumens eines Zahns ersetzen – ein breites Indikationsspektrum abdecken [1–4]. Bei korrekter Anwendung des Adhäsivprotokolls und mit entsprechender Übung in der polychromatischen Schichttechnik können direkte Kompositrestaurationen heutzutage in vielen Fällen mit den ästhetischen Ergebnissen von laborgefertigten Vollkeramikrestaurationen konkurrieren und gewährleisten gleichzeitig einen minimalinvasiven Umgang mit gesunder natürlicher Zahnhartsubstanz [2,5,6].

Bis auf wenige Ausnahmen, wie zum Beispiel eine Notversorgung nach Trauma (**Abb. 1a und b**) oder bei einer akuten Schmerztherapie, können Kompositrestaurationen im Frontzahnbereich geplant terminiert werden. Dabei sollte ein ausreichendes Zeitvolumen für die Behandlung berücksichtigt werden, um die Restaurationen in Ruhe optimal ausführen zu können, denn ästhetisch mangelhafte Frontzähne beziehungsweise Frontzahnrestaurationen sind für die meisten Patienten eine deutliche Belastung [7,8].

Eine Woche vor dem Behandlungstermin für die Anfertigung der Kompositrestauration sollte eine professionelle Zahnreinigung durchgeführt werden, einerseits zur Entfernung extrinsischer Zahnverfärbungen, welche die exakte Bestimmung der Zahnfarbe stören würden,

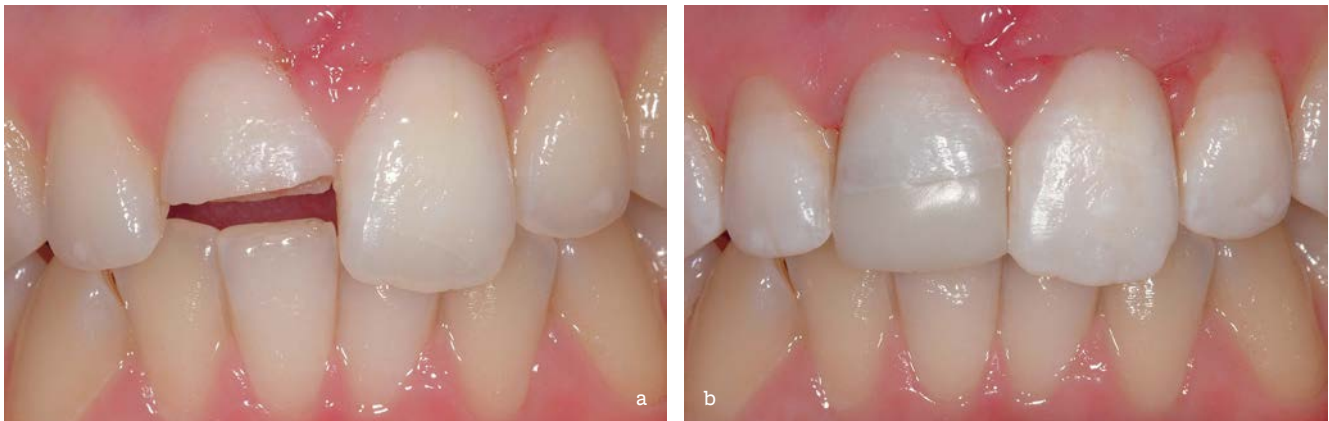


Abb.1a Zustand nach komplizierter Kronenfraktur mit Eröffnung der Pulpa. | Abb.1b Die Erstversorgung vor der notwendigen endodontischen Therapie wurde mit einem einfarbigen Kompositaufbau durchgeführt. Nach deren Abschluss erfolgte die definitive Restauration des Zahns.

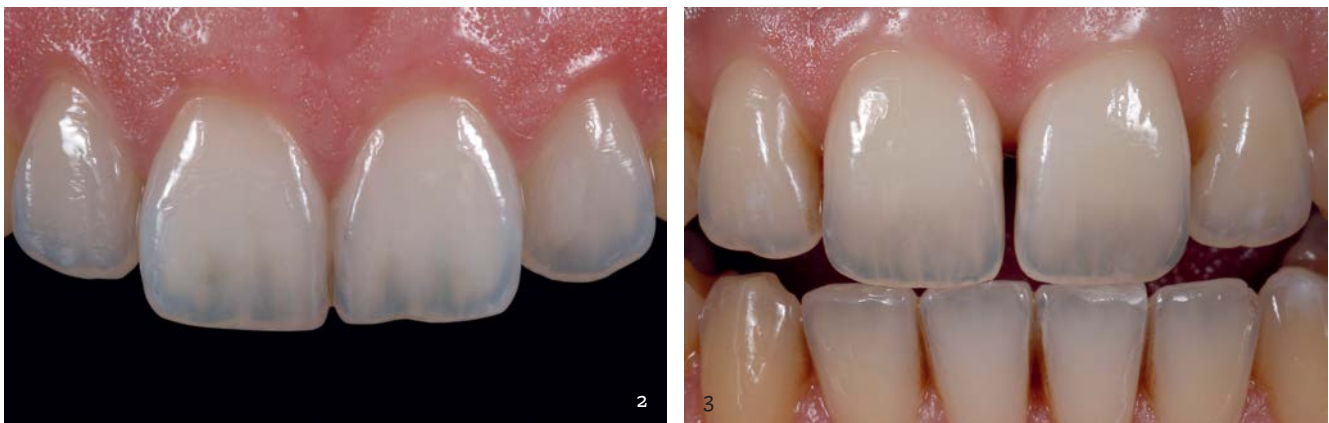


Abb.2 Ästhetische Komplexität, die sich in den Oberkieferschneidezähnen einer jungen Patientin dokumentiert. Im Falle der Notwendigkeit einer Restauration müssen die ganzen Details analysiert und in diese Versorgung integriert werden. Nur dann erhält man eine natürlich wirkende Restauration. | Abb.3 In den Schneidezähnen sind Mamelons durch die transluzenten Inzisalkanten des Zahnschmelzes als räumliche Struktureinheiten des Dentins zu erkennen.

und andererseits zur Sicherstellung einer entzündungsfreien Gingivasituation.

Ästhetische Analyse und Informationen zur Farbauswahl

Zu Beginn der Behandlungssitzung wird als erste Maßnahme eine sorgfältige, umfassende ästhetische Analyse des Zahns, mit genauer Charakterisierung der lichtoptischen Eigenschaften und seiner internen und externen (Zahnoberfläche) morphologischen und strukturellen Merkmale, durchgeführt [9]. Die gesamte ästhetische Analyse wird unter standardisierten Lichtbedingungen am feuchten, nicht ausgetrockneten Zahn, vor dem Anlegen von Kofferdam und möglichst unter Ausschaltung starker Farbkontraste (z.B. Lippenstift entfernen oder bunte, intensiv gefärbte

Kleidung mit einem neutralen Patientenumhang abdecken) ausgeführt [9–17]. Neben der Zahnfarbbestimmung, inklusive der Verteilung unterschiedlicher Farbareale über die zu restaurierende Oberfläche, werden dabei weitere für den ästhetischen Erfolg der Restauration wichtige Parameter erhoben [18,19]. Dazu zählen die korrekte Analyse der transluzenten Bereiche (Schneidekante, evtl. proximale Schmelzanteile) und der opaken Areale des zu restaurierenden Zahns (Abb.2) sowie deren Dimensionen ebenso wie die Feststellung, ob Dentinmamelons durch die Schmelzschicht hindurch sichtbar sind (Abb.3) oder ob ein Halo-Effekt (Abb.2) entlang der Inzisalkante vorliegt [20,21]. Bei der Analyse werden auch sichtbare Abnutzungsspuren des Zahnes berücksichtigt wie zum Beispiel freiliegendes verfärbtes

Dentin an der Inzisalkante (Abb.4a und b). Auch individuelle Charakteristika wie Schmelzrisse und die Intensität von deren Verfärbung (Abb.5a bis c) oder weiße Entkalkungs- beziehungsweise Fluoroseflecken (White Spots) (Abb.6a bis f) und deren Verteilungsmuster auf der Labialfläche werden notiert [11]. Abschließend werden die Ausprägung beziehungsweise die Intensität der Oberflächentextur wie vertikale Längsrillen und horizontal verlaufende Perikymatien [22–25] (Abb.7a bis d) und der Glanzgrad der Zahnoberfläche ermittelt. Im Prinzip erfolgt bei der ästhetischen Analyse durch den Behandler bereits eine „virtuelle Schichtung“ mit Bestimmung der für die spätere Restauration notwendigen Dentin- und Schmelzmassen und gegebenenfalls zusätzlich nötigen Malfarben (Abb.8a bis c und Abb.9a bis l) [26].



Abb. 4a An den Unterkieferschneidezähnen eines älteren Patienten sind deutliche Verschleißspuren erkennbar. Der Schmelz der Inzisalkanten ist nahezu komplett abradiert und das Dentin ist bereits deutlich exponiert und braun verfärbt. Oral zeigen die dünnen Schmelzlamellen bereits erste Ausbrüche.



Abb. 4b Aus der inzisalen Ansicht kann man deutlich erkennen, dass sich aufgrund der geringeren Verschleißbeständigkeit des Dentins, im Vergleich zum Schmelz, leichte Vertiefungen im Zentrum der Inzisalkanten gebildet haben.



Abb. 5a Oberkieferschneidezähne eines älteren Patienten. Bei genauer Betrachtung erkennt man feine, leicht hellbraun pigmentierte, vertikal verlaufende Schmelzrisse. | Abb. 5b Oberkieferschneidezähne einer älteren Patientin. An Zahn 11 erkennt man einen dunkelbraun pigmentierten Schmelzriss, an Zahn 21 verläuft ein noch nicht infiltrierter, unverfärbter Riss im Zahnschmelz. | Abb. 5c Oberkieferschneidezähne eines älteren Patienten. An Zahn 21 erkennt man einen kräftigen Schmelzriss, der nicht über den kompletten labialen Verlauf intensiv dunkelbraun infiltriert ist.



Abb. 6a Singulärer White Spot auf der Labialfläche von Zahn 13. | Abb. 6b Generalisiert wolkig-diffus angeordnete weißliche Schmelzverfärbungen in den labial-inzisalen Kronenhälften der Oberkieferschneidezähne. | Abb. 6c Die mittleren Schneidezähne weisen wolkig-diffus angeordnete weißliche Schmelzverfärbungen in den labial-inzisalen Kronenhälften auf. Trotz der geringen Defektgröße an Zahn 11 muss zusätzlich zum Komposit eine weiße Malfarbe eingesetzt werden, um eine natürlich wirkende Restauration zu erhalten.

Vorzugsweise fertigt man von der ästhetischen Analyse des Zahns eine Skizze an, analog dem Vorgehen der meisten Zahntechniker, in der die einzelnen während der Begutachtung erhobenen Details – wie zum Beispiel die Form der Dentinmamelons, die Breite der inzisalen Transluzenz, die Anwesenheit eines Halo-Effekts und von White

Spots oder Schmelzrisse, die approximale Ausdehnung des Schmelzmantels, etc. – in Position, Dimension und Ausprägung genau vermerkt werden (**Abb. 10**) [10,11,15, 27–32]. Beim anschließenden Aufbau des Zahns mit Komposit stehen dann die notwendigen Informationen, an welchen Stellen etwa opakere beziehungsweise

transluzentere Kompositmassen in entsprechenden Schichtstärken [33] eingesetzt werden müssen oder eventuell individuelle Charakterisierungen angebracht werden sollen, sofort zur Verfügung.

Um ein verlässliches Ergebnis zu erzielen, ist es wichtig, dass die ästhetische Analyse der Frontzähne bei leicht geöff-



Abb.6d An Zahn 22 erkennt man zervikal von einem punktförmigen White Spot mehrere dünne horizontal-bandenförmig verlaufende weißliche Schmelzverfärbungen. | Abb.6e Die beiden mittleren oberen Inzisivi zeigen im zervikalen Drittel breite bandenförmige, weißliche Verfärbungen im Schmelz. | Abb.6f An Zahn 11 erkennt man einen mittelgroßen White Spot mit diffuser, ungleichmäßig verlaufender hellbrauner Umrandung.

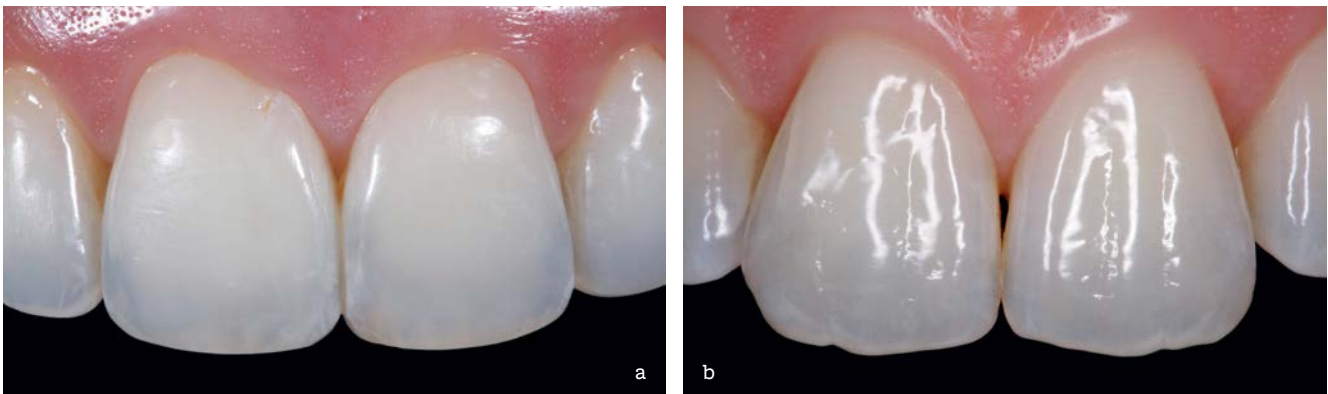


Abb.7a Die Labialflächen der Oberkieferschneidezähne sind spiegelglatt, es sind keine Anzeichen von Oberflächentextur mehr erkennbar. | Abb.7b Die Labialflächen dieser mittleren Oberkieferschneidezähne weisen eine Oberflächentextur mit deutlichen Längsrillen auf, horizontale Perikymatien sind nicht zu erkennen.



Abb.7c Der jugendliche mittlere Schneidezahn zeigt in seiner Oberflächentextur ein deutliches Muster an gleichmäßigen, horizontal verlaufenden Perikymatien. Die flachen Rillen sind noch nicht durch Verschleißmechanismen abgeschwächt. | Abb.7d Die beiden mittleren Schneidezähne weisen eine sehr kräftige Oberflächentextur auf. Es dominieren vertikale Längsfurchen, die deutlich erkennbaren Perikymatien sind durch Verschleißprozesse teilweise schon abgeflacht.

neten Zahnreihen durchgeführt wird, sodass der zu betrachtende Zahn komplett frei vor dem Hintergrund der dunklen Mundhöhle steht (Abb.11a und b). Bei geschlossenen Zahnreihen würden viele optische Effekte der Oberkieferschneidezähne durch die dahinter befindlichen Unterkieferinzisivi maskiert werden und

wären somit, wenn überhaupt, nur schwer zu identifizieren.

Bestimmung und Verifizierung der Zahnfarbe

Die Bestimmung der exakten Zahnfarbe gehört zu den anspruchsvollsten Aufgaben in der ästhetischen Zahnheilkunde [16,

34–37]. Für eine korrekte Farbanalyse ist es hilfreich, über die theoretischen und physikalischen Grundlagen der Farblehre Bescheid zu wissen, um sich die Umgebungsbedingungen, unter denen die Farbe ausgesucht wird, optimal einzurichten und Fehler in der Durchführung möglichst zu vermeiden. Dieser Schritt



Abb.8a Die mittleren Schneidezähne zeigen im inzisalen Drittel eine hohe Transluzenz und unter dem Schmelz ocker- bzw. goldfarbene Charakterisierungen an den Mamelons. Im Fall der Notwendigkeit einer Restauration mit Komposit müssten derartige Areale durch vorsichtigen Einsatz von Malfarben simuliert werden. | Abb.8b Die mittleren und seitlichen Schneidezähne zeigen direkt an der Inzisalkante eine bandenförmige Zone weißer Verfärbung. Bei beiden zentralen Inzisivi erkennt man unter dem transluzenten bläulich opaleszierenden Schmelz ocker-goldfarbene Charakterisierungen der Dentinmamelons. | Abb.8c Die Oberkieferschneidezähne haben einen eher opaken Schmelzmantel, der von wolkg-diffusen weißen Verfärbungen durchsetzt ist. Speziell an Zahn 21 erkennt man auch braun pigmentierte, flächige Charakterisierungen des Schmelzes.



Abb.9a Ausgangssituation: Insuffiziente Zahnnecksfüllungen an beiden linken Schneidezähnen. | Abb.9b Überprüfung der ausgewählten Zahnfarbe mit polymerisierten Kompositprobchen auf der Zahnoberfläche. Man erkennt einen vertikalen Schmelzriss an Zahn 21. | Abb.9c Nach Entfernung der alten Füllungen und der Exkavation erfolgt die Ansträgung der inzisalen Kavitätenränder mit einem Finierdiamanten.



Abb.9d Konditionierung beider Kavitäten mit Phosphorsäure. | Abb.9e Sorgfältiges Auftragen des Adhäsivsystems. | Abb.9f Die tiefere Kavität im zentralen Schneidezahn ist mit einem ersten Kompositinkrement gefüllt.



Abb.9g Beide Kavitäten sind komplett bis zur Zahnoberfläche mit Komposit gefüllt. In das noch nicht polymerisierte Komposit an Zahn 21 wird mit einem dünnen Endinstrument vorsichtig braune Malfarbe appliziert, um den Schmelzriss in der natürlichen Zahnhartsubstanz in der Füllung fortzusetzen. | Abb.9h Die Furche, in welche die Malfarbe eingebracht wurde, wird geschlossen, | Abb.9i Lichtpolymerisation der Füllungen.



Abb.9j Das Komposit wurde annähernd überschussfrei appliziert. | Abb.9k Ausarbeitung und Politur. | Abb.9l Fertige Restaurationen nach dem Ausarbeiten und Polieren. In Zahn 21 steigert die Fortführung des natürlichen Schmelzrissses mit Malfarbe im Komposit die Natürlichkeit der Füllung.

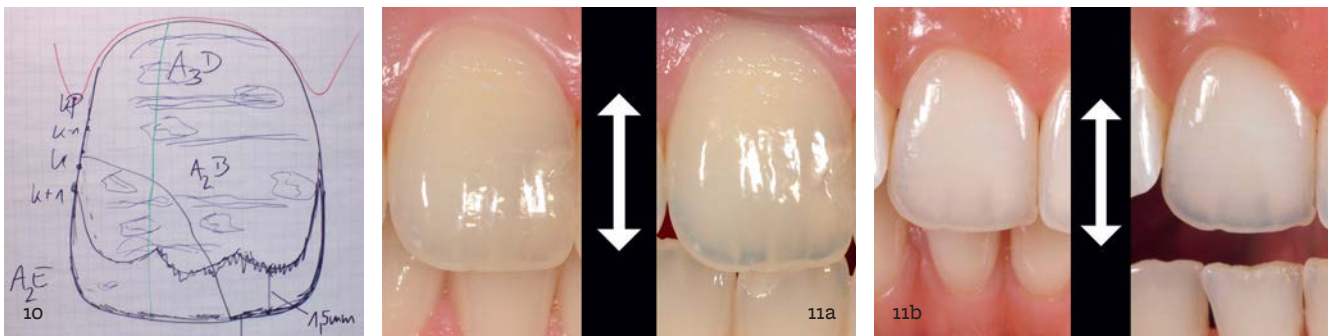


Abb.10 Skizze des Ergebnisses der ästhetischen Analyse („Road Map“). Darin befinden sich alle Details der Verteilung der Zahnfarbe und zusätzlicher individueller Charakteristika, die der Behandler für die Anfertigung einer täuschend natürlich wirkenden direkten Kompositrestauration benötigt. | Abb.11a und b Die ästhetische Analyse der Frontzähne soll bei leicht geöffneten Zahnreihen durchgeführt werden. Im Schlussbiss sind viele optische Effekte der Oberkieferschneidezähne durch die dahinter befindlichen Unterkieferinzisivi maskiert und somit nur schwer zu identifizieren.

entscheidet am Ende oft über Akzeptanz oder Ablehnung der Restauration durch den Patienten. Bei Letzterem droht eine Neuanfertigung oder zumindest eine Überarbeitung der Restauration und neben dem möglichen Vertrauensverlust des Patienten wäre über den zusätzlichen Zeit- und Materialaufwand auch die wirtschaftliche Kalkulation des Zahnarztes ruiniert.

Bei der Zahnfarbbestimmung werden mithilfe von Mustern eines Farbschlüssels die notwendigen Dentin- und Schmelzfarben durch Vergleich mit der Zahnhartsubstanz bestimmt (Abb.12). Die Dentinfarbe wird im Zervikalbereich des betroffenen Zahns ausgesucht, da der Zahnschmelz hier dünn ausläuft und die Farbe des natürlichen Dentins so am besten – mit nur minimaler Beeinflussung durch den darüber befindlichen, mehr transluzenten Schmelz – beurteilt werden kann [9,11,20,31,38-40]. Der Farbton und das Chroma des Zahns werden überwiegend durch die Eigenschaften des Dentins be-

stimmt [41,42]. Der Zahnschmelz wirkt wie ein darüber liegender Filter und moduliert das vom Dentin reflektierte Licht in Abhängigkeit von seiner jeweiligen Schichtstärke und seiner Transluzenz („Milchglas-Effekt“) [40,42]. Die Schmelzfarbe wird bei jugendlichen Zähnen beziehungsweise bei Zähnen ohne deutliche inzisale Abrasionseffekte im Bereich der Schneidekante evaluiert. In diesen Bereichen kann der natürliche Zahnschmelz ohne Beeinflussung durch darunterliegendes lichtopakes Dentin bewertet werden. Ansonsten versucht man, die Schmelzfarbe an approximalen Schmelzarealen des betroffenen Zahnes zu ermitteln. Durch eine unterschiedlich intensiv ausgeprägte Oberflächentextur wird ein weiterer Parameter in die dentale ästhetische Analyse eingeführt. Eine stark texturierte, raue Oberfläche generiert einen höheren Anteil an diffuser Reflexion (Streuung) des einfallenden Lichts, während eine glatte Oberfläche eine geringere Streuung und mehr gerichtete (spiegelnde) Reflexion

verursacht; dadurch ändert sich jeweils der Helligkeitswert des Zahns [20,41].

Zur Absicherung empfiehlt es sich, die Farbauswahl durch das Auftragen von kleinen Materialproben der zu verwendenden verschiedenen Kompositmassen auf der nicht ausgetrockneten und nicht adhäsiv vorbehandelten Zahnhartsubstanz zu verifizieren [43]. Dabei wird die Dentinkompositmasse im Zahnhalsbereich aufgetragen und die verschiedenen in Frage kommenden Schmelzmassen werden im Bereich der Inzisalkante appliziert. Die Kompositproben müssen für einen aussagekräftigen optischen Vergleich für die vom jeweiligen Hersteller vorgegebene Zeit lichtpolymerisiert werden. Erst durch die ausreichende Belichtung wird der in den meisten Kompositen enthaltene Photoinitiator Kampferchinon, der eine intensive gelbe Eigenfarbe aufweist, größtenteils verbraucht und in ein farbloses Reaktionsprodukt umgewandelt („Photobleach“) [44-49]. Obwohl der Lichtinitiator nur zu einem sehr gerin-



Abb.12 Zahnfarbbestimmung mit Mustern eines Farbschlüssels. Die Dentinfarbe wird im Zervikalbereich ausgesucht, die Farbe des Schmelzes an der transluzenten Inzisalkante oder im Bereich approximaler Schmelzareale. | Abb.13 Verifikation der ausgewählten Kompositfarben durch Proben von Schmelz- und Dentinmasse, die auf den entsprechenden Bereichen der nicht ausgetrockneten und nicht adhäsiv vorbehandelten Zahnoberfläche positioniert und polymerisiert wurden.

gen Prozentanteil (0,03 bis 0,1 Gew.-%) im Kompositwerkstoff vorhanden ist [46,49], wirkt sich dies besonders bei transluzenten hellen Kompositmassen, vor allem bei Schmelz- und Transluzenzfarben, die im unpolymerisierten Zustand eine leichte Gelbtönung aufweisen, durch einen wahrnehmbaren Farbumschlag der Kompositmasse nach der Photopolymerisation aus [50,51]. Bei opaken und dunklen Dentinkompositmassen fällt dieser Effekt vernachlässigbar aus. Gleichzeitig nähert sich mit fortschreitender Polymerisation der Brechungsindex der organischen Matrix dem Brechungsindex der Füllkörper an, was sich in einer Zunahme der Transluzenz im ausgehärteten Kompositwerkstoff zeigt [20,47]. Nach der Polymerisation der auf die Zahnoberfläche aufgetragenen Kompositproben werden deren optische Eigenschaften mit der umgebenden Zahnhartsubstanz auf Übereinstimmung hinsichtlich Farbton und Transluzenzgrad abgeglichen (Abb. 13). Zu diesem Zeitpunkt kann problemlos noch eine Korrektur durch Austausch einer optisch nicht optimal passenden Probe gegen eine besser passende Kompositmasse vorgenommen werden. Durch diesen individuellen Verifizierungsvorgang, der nur eine sehr kurze Zeit beansprucht, wird sichergestellt, dass für die nachfolgende polychromatische Schichtung der Restauration am Zahn die optimal passenden Farben der Dentin- und Schmelzkompositmassen verwendet werden. Dadurch lassen sich zeitintensive

Nacharbeiten oder gar Neuanfertigungen aufgrund von ästhetischen Reklamationen durch enttäuschte Patienten so gut wie in allen Fällen vermeiden.

Mitunter wird in der Literatur auch die Anfertigung eines darüber hinausgehenden Probeaufbaus der kompletten Restauration („Color Mock-up“) empfohlen, um die Farbschichtung zu üben und das Ergebnis zu visualisieren [5,27,30,52]. Neben der Farbverifikation kann mit diesem Vorgehen auch gleich die Genauigkeit der Schichtung überprüft werden und notwendige Korrekturen der Schichtstärken der einzelnen Massen können vor Durchführung der definitiven Versorgung identifiziert werden. Die für die Herstellung des Color Mock-ups benötigte Zeit wird mit etwa 15 Minuten angegeben. Diese sollen sich in der endgültigen Schichtung der definitiven Restauration wieder auszahlen, insbesondere dann, wenn dadurch aufwendige Nacharbeiten oder Neuanfertigungen von ästhetisch mangelhaften Restaurationen vermieden werden können [27,30].

Ergänzend soll noch erwähnt werden, dass im Einzelfall für die Planung komplexerer Kompositrestaurationen auch die digitale Fotografie hilfreich eingesetzt werden kann [16,53–58]. Am Computerbildschirm können dann einzelne Punkte der ästhetischen Analyse, wie zum Beispiel Details der Farbverteilung oder Aspekte der Oberflächenmorphologie, detaillierter analysiert und kartographiert werden.

Durch den Einsatz von Kreuzpolarisationsfiltern erhält man blendfreie Abbildungen des Zahns, indem Spiegelreflexionen der Zahnoberfläche effektiv herausgefiltert werden [56,59–61]. Das Verfahren ermöglicht es, oberflächliche und oberflächen-nahe Strukturen durch einen nichtinvasiven Kontrastmechanismus sichtbar zu machen und den Zahn durch Elimination der Oberflächenhelligkeit farbkontrastreich darzustellen (Abb. 14a und b). Bei gleichzeitiger Präsenz eines Farbauswahlstäbchens auf dem Bild können objektive Farbmessungen beziehungsweise Vergleiche durchgeführt werden [60,61]. Dieses Vorgehen wird mittlerweile von vielen Zahntechnikern für die Unterstützung der keramischen Schichtung laborgefertigter Restaurationen eingesetzt, es erweist sich aber auch hilfreich für die Planung der direkten Schichtung mit modernen ästhetischen Kompositen. Um deren optische Integration in der restaurativen Nachbildung des Zahns zu optimieren ist es unabdingbar, dass der Behandler über gründliche Kenntnisse der koronalen Strukturelemente Schmelz, Dentin und die Schmelz-Dentin-Grenze und deren dreidimensionale Struktur verfügt [62].

Gewöhnungsprozess an ein neues Kompositssystem

Entscheidet sich ein Zahnarzt, ein neues Kompositssystem zu verwenden, welches verschiedenfarbige Massen unterschiedlicher Opazität beziehungsweise Trans-



Abb.14a Farbauswahl mit Referenzproben aus dem Farbschlüssel eines Ästhetik-Kompositsystems. Zervikal ist das Muster für die Dentinfarbe und inzisal ist das Muster für den Schmelz positioniert.



Abb.14b Ein digitales Foto, das mit einem Polfilter angefertigt wurde, ist frei von störenden Spiegelreflexionen und erlaubt einen detaillierten Vergleich der Referenzmuster mit den Zahnfarben.

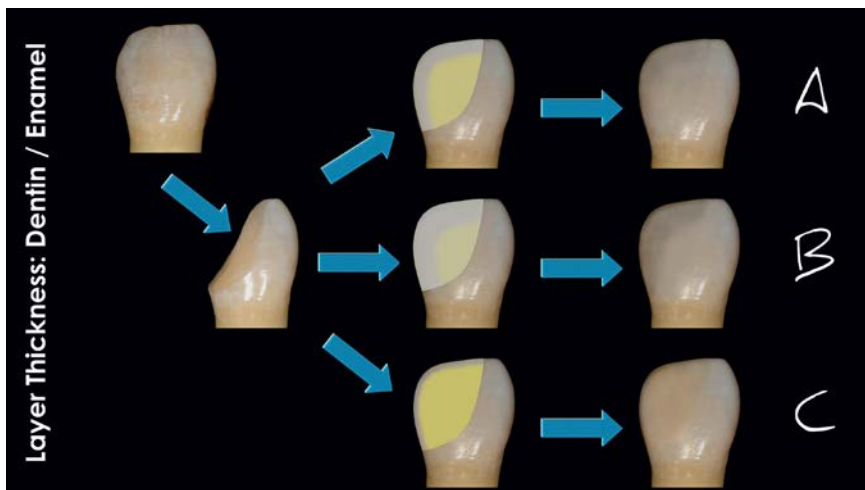


Abb.15 Simulation des Einflusses unterschiedlicher Dicke der Schmelzkompositmasse bei einem Zweittransluzenzkomposit, das in anatomer Schichtung verarbeitet werden sollte. A: korrekte anatome Schichtung – das ästhetische Resultat ist korrekt, B: Schmelzmasse viel zu dick geschichtet – die Füllung wird zu transluzent und erscheint vor dem schwarzen Hintergrund (Mundhöhle) graustichig, C: Schmelzmasse viel zu dünn geschichtet – die Füllung ist zu chromatisch und wirkt wegen des zu weit extendierten Dentinkerns zu opak

luzenz beinhaltet, so kann speziell im ästhetisch relevanten Frontzahnbereich die Gewöhnungsphase daran – abhängig vom individuellen Talent – mitunter langwierig und von Frustration begleitet sein. Die mit dem alten Kompositsystem über Jahre antrainierten Mechanismen greifen plötzlich nicht mehr und die ersten Füllungen sind oft, euphemistisch formuliert, „ausbaufähig“ was die optischen Eigenschaften betrifft. Auch in diesen Fällen zeigt die zuvor beschriebene Methode der Farbverifikation der Schmelz- und Dentinkompositmassen mit den indivi-

duell angefertigten Proben auf der zu restaurierenden Zahnoberfläche ihre Vorteile, indem der Behandler danach sicher sein kann, dass die Auswahl der Farben innerhalb der einzelnen Transluzenzstufen Schmelz und Dentin korrekt ist. Neben der korrekten Auswahl der Grundfarbe des Zahns und den zur Reproduktion ausgewählten Kompositmassen hängt der optische Eindruck der fertig geschichteten Restauration vor allem vom richtigen Verhältnis der Schichtdicken und der Interaktion der unterschiedlich opaken (Dentinmassen) beziehungsweise trans-

luzenten (Schmelzkomposit) Kompositmassen ab [20,21, 63–66]. Der korrekten dreidimensionalen Schichttechnik mit den unterschiedlichen Kompositmassen kommt somit eine mindestens ebenso hohe Bedeutung zu wie der korrekten Farbanalyse. In der Gewissheit der richtig ausgewählten Farben von Schmelz- und Dentinmassen kann man nun relativ schnell und strukturiert den Eingewöhnungsprozess an ein neues Kompositsystem mit steiler Lernkurve durchlaufen, da bei einer optisch nicht passenden Kompositrestauration lediglich eine Variable, in diesem Fall das Schichtdickenverhältnis von Schmelz- und Dentinmassen, variiert werden muss (Abb.15). Der Behandler muss somit bei einer ästhetisch misslungenen Kompositschichtung nicht rätseln, ob die mangelhafte Optik der Restauration aus einer falschen Auswahl der Grundfarben, aus einer fehlerhaften Schichtung oder aus gleichzeitigen Fehlern in Farbwahl und Schichtung – und der Unsicherheit, welcher Fehler sich wie stark auswirkt – resultiert. Eine Fehleranalyse ist dann relativ einfach: ist die Kompositrestauration bei korrekter Auswahl der Grundmassen am Ende zu graustichig vor der dunklen Mundhöhle, das heißt ist der Helligkeitswert zu niedrig, so wurde mit zu viel transluzenter Schmelzmasse gearbeitet und der dunkle Hintergrund der Mundhöhle kann nicht ausreichend ausgeblendet werden (Abb.16a bis c). Hat die Kompositrestauration zu viel Chroma,



Abb.16a Ästhetisch unbefriedigende Kompositrestaurationen. Neben der Form stört vor allem der graustichige Eindruck. Es wurde anscheinend nur mit Schmelzmasse gearbeitet, somit ist die Transluzenz viel zu hoch und der Helligkeitswert sinkt ab. | Abb.16b Ästhetisch unbefriedigende Kompositrestauration an Zahn 21. Die Restauration wirkt sehr graustichig durch Fehler in der Schichtung. | Abb.16c Ästhetisch unbefriedigende Kompositrestaurationen an beiden zentralen Schneidezähnen. An Zahn 21 stört der graustichige Eindruck. Es wurde anscheinend nur mit Schmelzmasse gearbeitet. An Zahn 11 wirkt die Kompositrestauration im inzisalen Drittel zu chromatisch.

dann ist die finale labiale Schmelzschicht im Regelfall zu dünn appliziert worden. Da man somit nur an der einzelnen Variable „Schichtstärkenverhältnis“ eine Veränderung vornehmen muss (iteratives Vorgehen), um das Ergebnis zu optimieren, sollte die Voraussagefähigkeit an die ästhetisch-optischen Effekte eines neuen Kompositmaterials deutlich verbessert sein und somit auch die Gewöhnung des Behandlers an den Werkstoff einfacher sein.

Manche Autoren empfehlen die Herstellung eines eigenen Farbschlüssels für das verwendete Kompositsystem, da die Farbmuster vieler Hersteller nicht aus dem eigentlichen Füllungsmaterial bestehen [5,15,27,34,40,52,63,67]. Daher können bei betroffenen Kompositsystemen die wahre Farbe, Transluzenz oder Opazität des Füllungskomposits nicht wirklich zweifelsfrei mit den Herstellerfarbschlüsseln reproduziert werden. Da es aber zu geringen Schwankungen der Farben zwischen verschiedenen Chargen desselben Komposits kommen kann, müsste somit auch der eigene Farbschlüssel mit jeder Charge neu angefertigt werden [27]. Dieser Aufwand ist für die normale Praxis nicht nachvollziehbar und auch hochspezialisierte Kompositartisten unter den Zahnärzten können durch das zuvor beschriebene Vorgehen der individuellen Verifizierung mit am Zahn gehärteten Kompositpröbchen, nach Vorauswahl mit dem Systemfarbschlüssel, die Farbestimmung effizient und hochverlässlich durchführen. Da die

Kompositpröbchen immer aus der aktuell verwendeten Spritze oder Kompule entnommen werden, entfällt auch das Problem mit Chargenschwankungen.

Zeitpunkt für die Farbestimmung und ästhetische Analyse

Die Durchführung der Farbanalyse natürlicher Zähne zum richtigen Zeitpunkt ist einer der entscheidendsten Aspekte für deren erfolgreichen Abschluss. Bei einer Dehydratation des Zahns, zum Beispiel durch Druckluft aus der Multifunktions-spritze, Kofferdamapplikation, eine Präparationsabformung oder Mundatmung, wird das Wasser in den Mikroporen um die Prismen des Schmelzes reversibel durch Luft ersetzt, wodurch sich der Brechungsindex verändert und die Schmelzoberfläche in Abhängigkeit vom Austrocknungsgrad zunehmend opaker und durch erhöhte Lichtreflektion weißlich-heller erscheint (Abb.17a) [9,12,14,42,68–73]. Dadurch wäre eine korrekte Farbauswahl und Analyse der opaken beziehungsweise transluzenten Zahnbereiche in derselben Behandlungssitzung nicht mehr möglich [12]. Durch die verminderte Transluzenz des ausgetrockneten Zahnschmelzes und die stärkere Reflexion wird die Farbe des darunterliegenden Dentins maskiert, wodurch der Zahn heller erscheint [9,14]. Brodbelt stellte schon nach einer nur zehnekündigen Exposition von menschlichem Zahnschmelz gegenüber ölfreier Druckluft einen Abfall der relativen Transluzenz auf 82 Prozent des Wertes von feuchtem Schmelz fest. Die

Isolierung des Zahns mit Kofferdam oder länger andauernde Behandlungen würden sogar noch eine stärkere Dehydratation verursachen und somit die Transluzenz weiter reduzieren [72]. Diese Abnahme der Transluzenz erklärt sich aus einem erhöhten Unterschied der Brechungsindizes zwischen den Schmelzprismen und dem umgebenden Medium, wenn Wasser in den Mikroporen durch Luft ersetzt wird [72].

Nach der Anfertigung der Kompositrestauration unter Kofferdam benötigt die Rehydrierung des ausgetrockneten Zahns durch Wasseraufnahme aus dem Speichel und die damit einhergehende optische Wiederherstellung der Ausgangsfarbe und -transluzenz der natürlichen Zahnhartsubstanzanteile beträchtliche Zeit (Abb.17b). Russell berichtet nach einer Rehydrierungszeit von 30 Minuten nach der Abnahme von Kofferdam eine akzeptable Remission der optischen Eigenschaften ausgetrockneter Zähne [73]. Burki hingegen stellte auch nach einer 30-minütigen Rehydrierungszeit immer noch eine unakzeptabel große Farbdifferenz zum Ausgangszustand fest [9].

Diese optischen Auswirkungen der Dehydratation und Rehydrierung am Zahn müssen dem Behandler bewusst sein und sollten bereits bei der Aufklärung des Patienten berücksichtigt werden, um etwaigen Missverständnissen oder gar Enttäuschungen nach Fertigstellung der Kompositrestauration vorzubeugen: Bei Verwendung von Kofferdam während der Herstellung der Restauration wird die Kom-

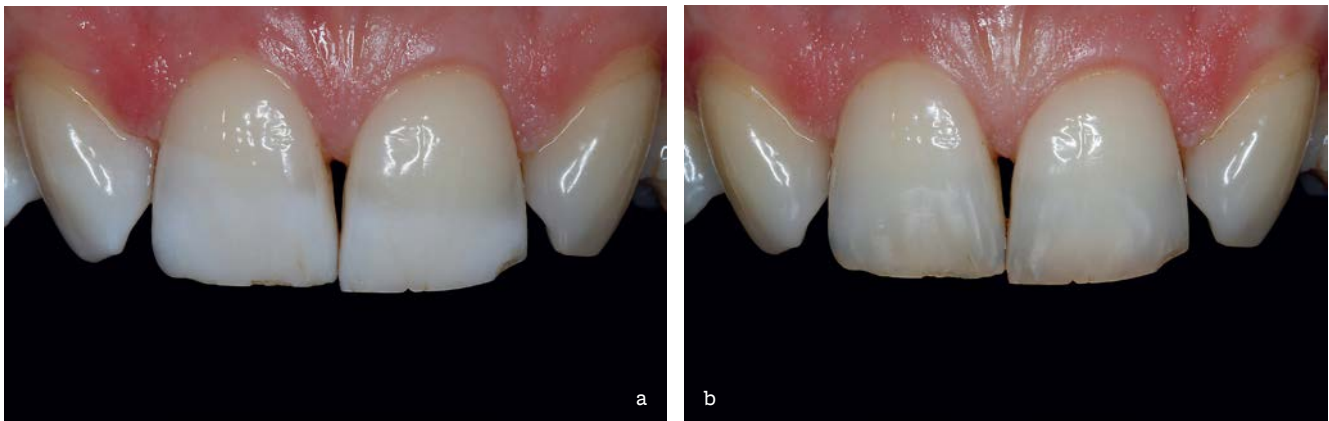


Abb.17a Situation nach Kofferdam wegen des Legens einer Seitenzahnfüllung. Durch den in der Front nicht komplett nach zervikal adaptierten Spannungsgummi entstand eine schräg verlaufende Linie der Austrocknung im Bereich der Frontzähne. Deutlich ist der Unterschied in Farbe und Opazität erkennbar. | Abb.17b Nach ca. 24 Stunden Rehydrierung durch den Speichel haben sich Farbe und lichtoptische Eigenschaften der ausgetrockneten Zahnanteile wieder in die Ausgangssituation zurückgestellt.

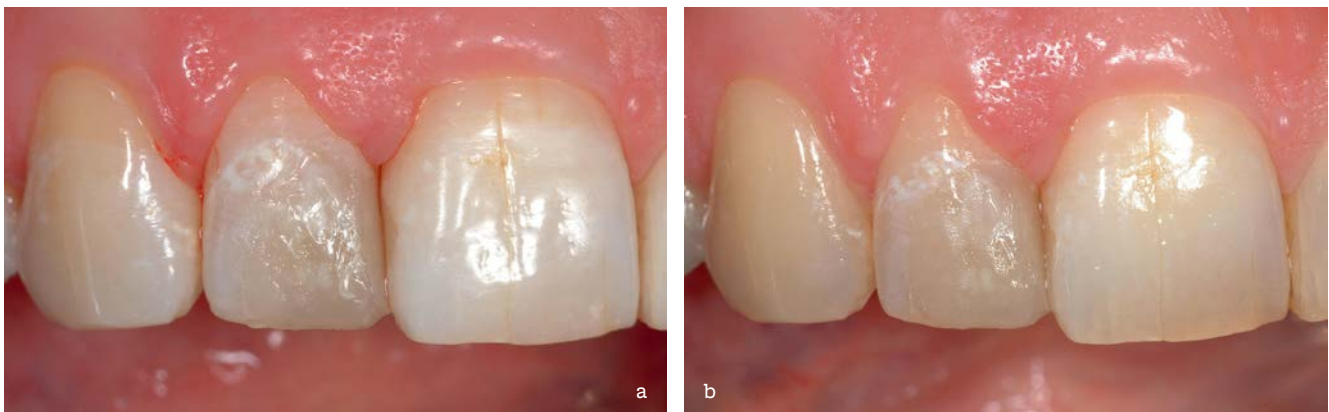


Abb.18a Situation unmittelbar nach Abnahme des Kofferdams nach Schichtung einer Kompositrestauration an Zahn 12. Dadurch dass der Zahn ausgetrocknet ist, erscheint die Füllung im Vergleich zur Zahnhartsubstanz zu dunkel und zu transluzent. | Abb.18b Nach circa 24 Stunden ist die Zahnhartsubstanz wieder komplett rehydriert und hat optisch wieder den Ausgangszustand eingenommen. Die geschichtete Kompositrestauration adaptiert sich hervorragend in die umgebende Dentition. Es schließt sich die finale Ausarbeitung und Politur an.

positfüllung direkt nach dem Ausarbeiten und Polieren im Vergleich zum natürlichen Zahn etwas zu dunkel und zu transluzent erscheinen [66,74]. Erst nach Abschluss der Rehydrierung der Zahnhartsubstanz und den damit ursächlich verbundenen lichtoptischen Effekten wird sich eine farblich perfekte Adaptation einstellen (**Abb. 18a und b**). Die optisch unauffällige Integration der Kompositrestauration in die benachbarte Zahnhartsubstanz kann somit in der gleichen Sitzung nicht mehr zweifelsfrei überprüft werden [75]. Der Zahnarzt muss durch eine korrekte und standardisierte Vorgehensweise in der ästhetischen Analyse und der daraus resultierenden Schichttechnik der direkten Kompositrestauration die funktionelle und ästhetische Qualität seiner Arbeit

sicherstellen [76]. Nur durch ein profundes Training und die tägliche Anwendung der direkten Komposittechnik stellt sich beim Behandler die notwendige Routine ein, um auch bei schwierigen ästhetischen Ausgangsbedingungen verlässlich und mit guter Vorhersagbarkeit („Trefferquote“) eine farblich und von den Transluzenzeigenschaften perfekt zur umgebenden Zahnhartsubstanz passende Restauration herzustellen. Bei sehr schwierigen Ausgangsbedingungen kann eine Überprüfung des ästhetischen Restaurationsergebnisses in einem Kontrolltermin sinnvoll sein.

Zusammenfassung

Der erfolgreiche Einsatz von direkten Kompositrestaurationen im Frontzahnbereich

garantiert auch in einer Zeit wachsender ästhetischer Ansprüche bei gleichzeitigem Wunsch nach maximalem Erhalt von natürlicher Zahnhartsubstanz eine hohe Patientenzufriedenheit. Grundlage für einen erfolgreichen Behandlungsabschluss ist die Auswahl eines geeigneten Kompositsystems mit genügend Farb- beziehungsweise Transluzenzabstufungen und eine sorgfältige dentale ästhetische Analyse.

Korrespondenzadresse:
 Prof. Dr. Jürgen Manhart
 Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
 Klinikum der Universität München
 Goethestraße 70, 80336 München
 manhart@manhart.com
 www.manhart.com
 www.dental.education

Literatur bei der Redaktion