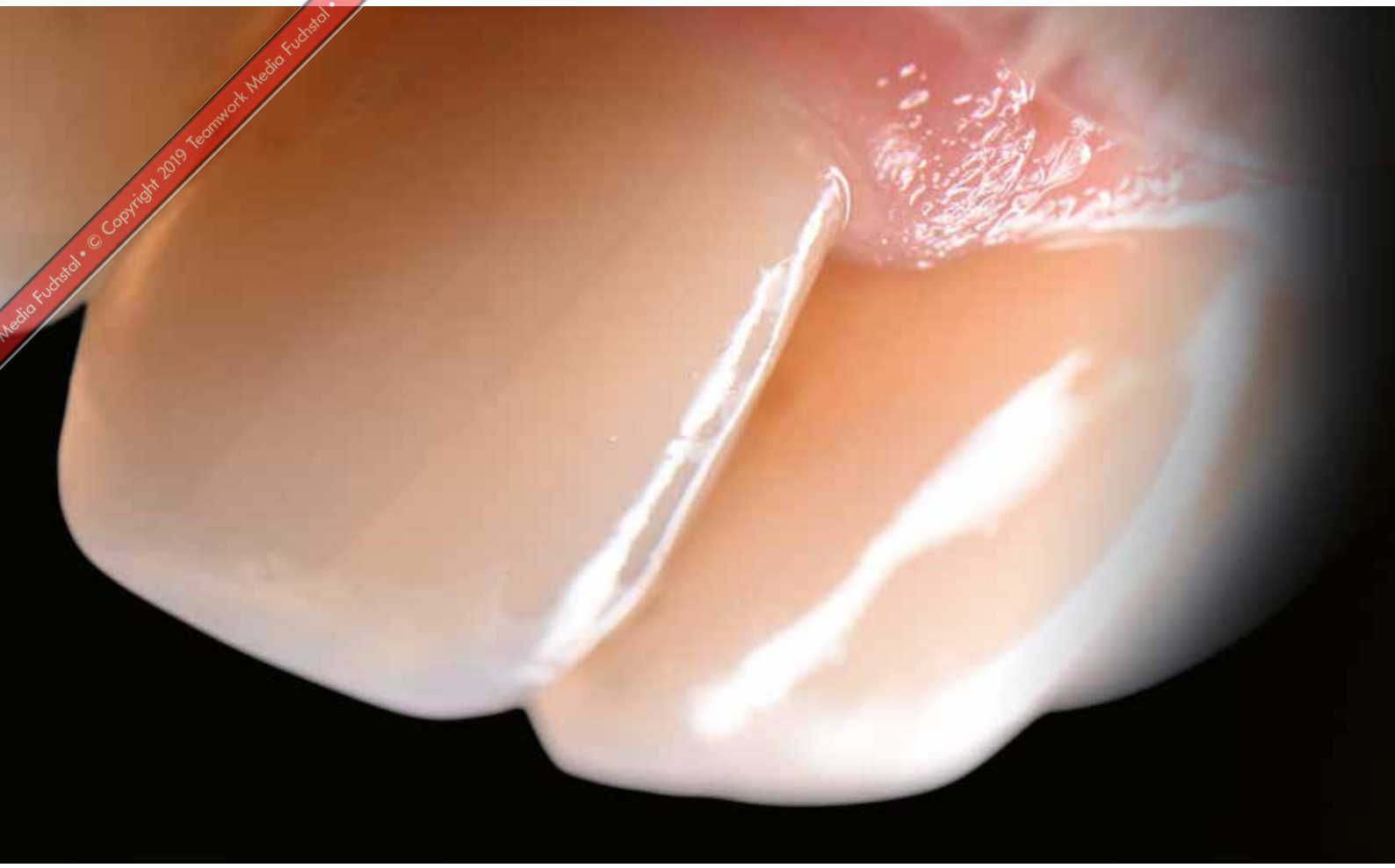
Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



Minimalinvasive Zahnmedizin – biologische Aspekte der Behandlung

NACHHALTIGE VERSORGUNG

Ztm. Bernhard Egger, Füssen/Deutschland, und Dr. Maria Jesus Provedo, Madrid/Spanien

KONTAKT

- Natural Esthetics
  Ztm. Benrhard Egger
  Wachsbleiche 15
  87629 Füssen

  Fon + 49 8362 921223
  Fax + 49 8362 921225
  egger@natural-esthetics.com
  www.natural-esthetics.com

- 19 Augusto Echeverría Street
  Mendavia
  Navarra 31587/Spain
  Fon +34 948 685 602
  Fax +34 696 855 474
  mjprovedo@telefonica.net

© Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



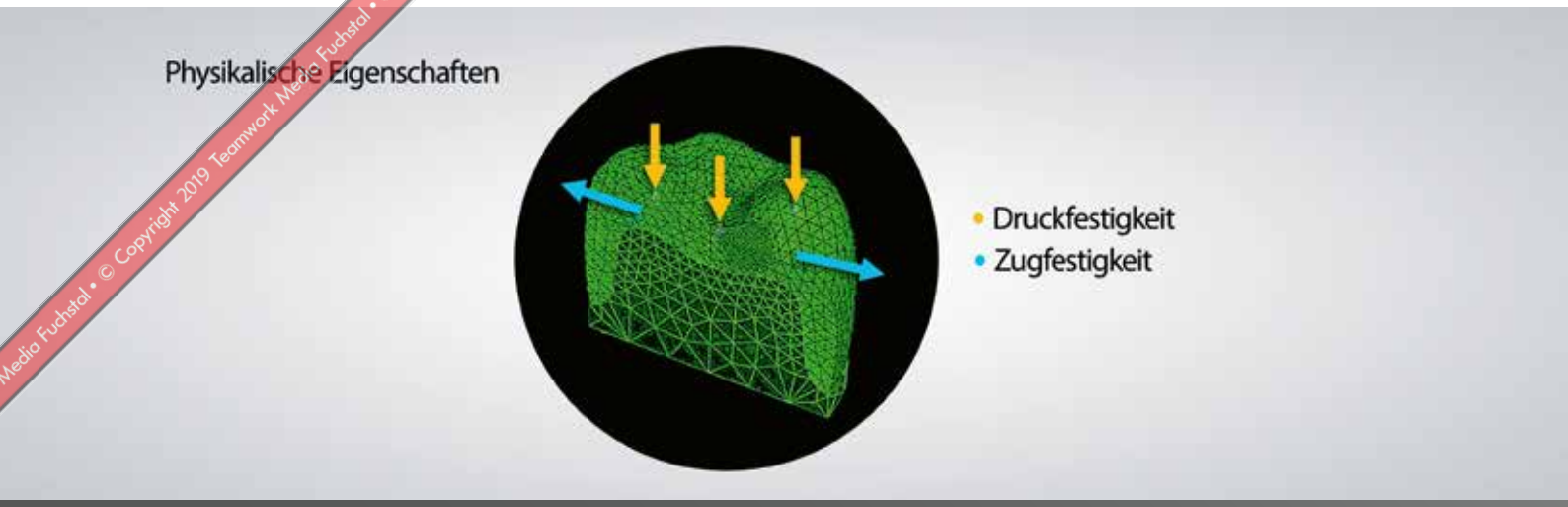
In diesem Beitrag zeigen die Autoren, wie wichtig die Kenntnis der Materialeigenschaften und des dafür infrage kommenden Einsatzspektrums für den Erfolg einer Restauration ist. Denn alles bedingt sich – etwa die Präparationsform und das Design der Versorgung die Polymerisation des Restaurationskomposits oder Klebers. Letztlich kann mit dem richtigen Versorgungskonzept somit nicht nur die Langfristigkeit der Versorgung, sondern auch der Erhalt der Zahnkrone sichergestellt werden – ein Ansatz, der nachhaltig, und im Sinne einer die biologischen Strukturen achtenden Medizin erstrebenswert ist.

INDIZES

- Adhäsivtechnik
- Bioästhetik
- Biomimetik
- Funktion
- Gelenkposition
- Materialkunde
- Minimalinvasiv
- Komposit
- Schienentherapie

LINK

Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



01 Es ist wichtig, Restaurationsmaterialien zu verwenden, die ähnliche oder identische mechanische und physikalische Eigenschaften aufweisen wie der natürliche Schmelz und das Dentin.

Minimalinvasive Zahnmedizin

Wenn man von minimalinvasiver Zahnmedizin oder Minimally Invasive Dentistry (MID) spricht, dann ist damit die minimale Beschädigung biologischer Gewebe mit Instrumenten gemeint. Das beste Material, das es für Kauflächen und aus ästhetischer Sicht gibt, ist zweifellos der natürliche Zahnschmelz (Enamel).

Es ist wissenschaftlich belegt, dass der Abtrag des natürlichen Zahnschmelzes dazu führt, dass die Stabilität und die Widerstandsfähigkeit des Zahns reduziert und somit seine Lebensdauer verkürzt werden.

Daher ist die abtragende Bearbeitung des Zahnschmelzes, wenn auch nur minimal, als eine invasive Behandlung zu betrachten, die irreversibel ist. Diese Reduzierung des Schmelzes kann groß, mittel oder minimal sein, es gibt jedoch kein Zurück.

Bei MID handelt es sich um ein konservatives zahnärztliches Restaurationskonzept, das respektvoll mit biologische Ressourcen beziehungsweise Geweben umgeht. Es umfasst folgende Schritte:

- Kariesrisikobewertung und Früherkennung
- Remineralisierung der Zahnsubstanz
- Erhaltung der Zahnsubstanz durch minimale Eingriffe
- Ersatz der verloren gegangenen Strukturen mittels Restaurationen

Die Einführung der Adhäsivtechnik und die Entwicklung verbesserter Komposite für die direkte Füllungstherapie haben dazu geführt, dass das Interesse an der minimalinvasiven Zahnmedizin zugenommen hat. Die Datenlage für die Überlebensraten von Restaurationen zeigt deutlich, dass es sich bei der Wiederherstellung der Zähne um eine vorübergehende, palliative Maßnahme handelt, die zum Scheitern verurteilt ist, wenn die Ursache, die zu der Erkrankung geführt hat, nicht richtig behandelt wird.

Das MID-Konzept kombiniert Prävention und chirurgische Eingriffe und deckt mit neu entwickelten oder verbesserten Restaurationsmaterialien auch den funktionellen Aspekt ab.

Insbesondere in der minimalinvasiven Zahnmedizin sind Veneers, Inlays und Onlays zu den Versorgungsformen geworden, mit denen sich die Restzahnsubstanz gut stabilisieren lässt und weiteren Belastungen standhält. Mit Inlays lassen sich kariöse Läsionen in den Kauflächen verschließen. Mit Onlays können ein oder mehrere Höcker und sogar Kauflächen vollständig wiederhergestellt werden. Zur Versorgung von Inlay- und Onlay-Kavitäten im Seitenzahnbereich bilden Komposite und Dentalkeramiken die am häufigsten verwendeten Materialien.

Aus biologischer Sicht ist es wichtig, Restaurationsmaterialien zu verwenden, die ähnliche oder identische mechanische und physikalische Eigenschaften aufweisen, wie das natürliche Hartgewebe, also der Schmelz und das Dentin. Das Wissen um die mechanischen Eigenschaften der Zähne spielt eine wichtige Rolle, um Prognosen über das mechanische Verhalten der restaurierten/versorgten Zähne treffen zu können. Zudem hilft es den Zahnärzten dabei, die Spannungsverteilung unter verschiedenen Belastungszuständen zu verstehen **(Abb. 1)**.

Jeder Zahnersatz muss enormen Kaukräften standhalten. Diese induzierten Kräfte belasten das Material und zwingen es, dem Verbiegen, punktuellem Druck, Scherkräften und sogar Verformungen standzuhalten. Es ist offensichtlich, dass neben der anatomischen Form einer Restauration die physikalischen Eigenschaften des Materials für die Langlebigkeit einer Restauration sehr wichtig sind. Ein Restaurationsmaterial darf nicht zu spröde sein und auch nicht zu flexibel, da es sonst den einwirkenden Kräften nicht widerstehen könnte. Ein zu sprödes Material würde zwar einer Verformung standhalten, dafür aber den Großteil der Last an das verbleibende Hart- und Weichgewebe abgeben. Zudem wäre auch die Elastizität geringer als beim natürlichen Material, sodass entweder die Verklebung Schaden nehmen oder es zur Dezementierung kommen könnte. Oder aber es kommt zur Fraktur der darunterliegenden Restzahnsubstanz. Ein Material

Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



02 Komposite mit niedrigem Biegemodul können aufgrund ihrer hohen Flexibilität unter zyklischer Belastung ermüden. Bei der Materialwahl sollte daher der erwartete klinische Einsatz berücksichtigt werden. Nicht alle Materialien erfüllen die Anforderungen, die an spannungsbelastete Seitenzahnrestaurationen gestellt werden müssten (Bildquelle: F&E Shofu Inc.).

mit hoher Elastizität könnte wiederum hohen Druckkräften nicht standhalten – es würde sich verformen. Die daran anschließende Auslenkung unter Kaubelastung führt zu einer zyklischen Ermüdung des Materials; eine potenzielle Quelle für einen frühen Kollaps der Versorgung.
Insbesondere Biegefestigkeit, Druckfestigkeit und Härte eines Füllungsmaterials sind wichtig.

Biegefestigkeit und Druckfestigkeit

Biegefestigkeit (in Gigapascal GPa)

Die Biegefestigkeit, berechnet aus dem Biegemoment und dem axialen Widerstandsmoment, ist ein Maß für die Flexibilität eines Materials (Bauteils) und gibt die Spannung an, bei der es nach der Belastung zum Bruch oder zur plastischen Verformung eines Materials kommt. Die Biegefestigkeit beschreibt die Fähigkeit eines Materials, der Belastung bis zur Verformung/dem Bruch eine Kraft entgegenzusetzen.
Die elastische Verformung ist reversibel und verschwindet nach dem Abbau der Spannung, sodass das Material wieder in seine ursprüngliche Form zurückkehrt. Bei hoher Beanspruchung verformt sich ein Material dauerhaft (plastisch) und kehrt nicht in seine ursprünglichen Abmessungen zurück. Man spricht dann von plastischer Verformung.

Die Verformung kann in einer Spannungs-Dehnungskurve aufgezeichnet werden, die zeigt, wie sich die Dehnung bei angelegter Biegespannung ändert. Die Steigung dieser Kurve im Bereich der auftretenden elastischen Dehnung definiert den Biegemodul des Materials. Die Maßeinheit ist N/m^2 (Newton pro Quadratmeter), auch bekannt als Pascal (Pa).

Biegemodul in der Zahnheilkunde

Komposite mit niedrigem Biegemodul sorgen für eine hohe Flexibilität der endgültigen Versorgung. Die daraus resultierende Auslenkung des Materials unter Kaubelastung führt zur zyklischen Belastung und somit zur Ermüdung des Materials – eine mögliche Ursache für einen frühen Kollaps der daraus gefertigten Restauration.
Studien deuten darauf hin, dass der Arzt den erwarteten klinischen Einsatz berücksichtigen und das Material mit den am besten geeigneten Eigenschaften auswählen sollte. Und: Nicht alle Materialien erfüllen die Anforderungen, die an spannungsbelastete Seitenzahnrestaurationen gestellt werden müssten **(Abb. 2)**.
Aus biologischer Sicht ist es notwendig, zwischen Restaurationsmaterialien zu unterscheiden, die dem Biegemodul von Dentin und Schmelz entsprechen.

- Der Biegemodul von Dentin liegt im Bereich von 10 bis 17 GPa, die meisten Komposite weisen einen Biegemodul auf, der niedriger als der von Dentin (10 GPa) ist.
- Schmelz hat einen Biegemodul von etwa 80 GPa, der von Lithiumdisilikat-Keramik liegt bei 95 GPa und der einer normalen Glaskeramik bei 62 GPa (Empress I).

Der Biegemodul des Komposits sollte daher zur Bestimmung der klinischen Indikation und Kontraindikation herangezogen werden. Komposite mit hohem Modul haben auch eine hohe Polymerisationsschrumpfung. Somit baut das aufgebrachte Material nach der Polymerisation an der Zahnstruktur Zugspannungen auf. Ein Komposit mit niedrigem Biegemodul weist dagegen eine adäquate Kontraktion auf und beansprucht daher die Anbindung an den Zahn weniger.

Druckfestigkeit in Megapascal (MPa)

Druckfestigkeit ist die Fähigkeit eines Materials oder einer Struktur, aufgebrachten Belastungen/Druckkräften standzuhalten. Als Resultat verringert sich die Größe; das Material wird gestaucht. Im Gegensatz dazu steht die Zugfestigkeit, bei der die Materialien Belastungen standhalten, die zur Verlängerung der Struktur führen (Dehnung). Mit anderen Worten, die Druckfestigkeit gibt die Widerstandsfähigkeit eines Werkstoffs gegen das Einwirken von Druckkräften an,

Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



03 Bei der Untersuchung der Festigkeit von Materialien können Zug-, Druck- und Scherfestigkeit unabhängig voneinander analysiert werden. Einige Materialien brechen, wenn ihre Druckfestigkeitsgrenze überschritten wurde, andere erfahren eine bleibende Verformung. Die Druckfestigkeit ist ein Schlüsselwert, wenn es um die Gestaltung von Strukturen geht (Bildquelle: F&E Shofu Inc.).

während die Zugfestigkeit die Widerstandsfähigkeit bei der Einwirkung von Zugspannung definiert. In der Untersuchung der Festigkeit von Materialien können Zugfestigkeit, Druckfestigkeit und Scherfestigkeit unabhängig voneinander analysiert werden.
Einige Materialien brechen, wenn ihre Druckfestigkeitsgrenze überschritten wurde, andere verformen sich irreversibel. Ein bestimmter Grad der Verformung kann somit als Grenze für die Druckbelastung angesehen werden. Die Druckfestigkeit ist ein Schlüsselwert, wenn es um die Gestaltung von Strukturen geht **(Abb. 3)**. (Quelle: Wikipedia)

Materialauswahl und klinische Anwendung

Widersprüchliche Ergebnisse wurden aus Studien gewonnen, die den Einfluss des Präparationsdesigns und des Restaurationsmaterials auf die dadurch induzierte Spannungsverteilung in Zahnstrukturen untersuchten.
Seitenzähne unterliegen funktionellen und dysfunktionalen intraoralen Belastungen unterschiedlicher Größe (10 bis 43180 N) und Richtung; schräge Belastungen erzeugen mehr Spannung als Belastungen entlang der Längsachse des Zahns.
Neben der funktionellen Belastung wurden in einer Reihe von Studien der biophysikalische Stress und die Belastung an restaurierten Zähnen analysiert. Daraus konnte abgeleitet werden, dass restaurative Verfahren (einschließlich der adäquaten Materialwahl) die Verformbarkeit der versorgten Zahnkronen erhöhen können und die Zähne somit aufgrund eines erhöhten Widerstands gegen Verformung verstärkt werden können.
Bezüglich der Spannungen, die im Schmelz auftraten, ergab eine 3-D-Finite-Element-Analyse von Yamamel et al., dass die Druckspannungen bei einem Onlay-Design niedriger waren als bei einem Inlay-Design einer Restauration.
Alle Studien veranschaulichen das wiederkehrende Prinzip, dass die klinische Anwendung eines jeden Materials von seinen spezifischen Materialeigenschaften abhängt. Materialien mit niedrigen E-Modul-Werten übertragen funktionelle Belastungen stärker auf die darunter liegenden (beteiligten) Zahnstrukturen.
Es ist wichtig, die Präparationsgröße, -form und -methode an die Polymerisation des Bondings und des Restaurationskomposits sowie das Design oder die Anatomie der Restauration anzupassen und in den richtigen Kontext zu stellen **(Abb. 4)**. Insbesondere die Form der Restauration bestimmt die Höhe der Belastung oder des Spannungsniveaus in den Zahnstrukturen. Daher hat das Erkennen der funktionellen Faktoren, die zu einer höheren Belastung beitragen, höchste Priorität.

Fallbeispiel

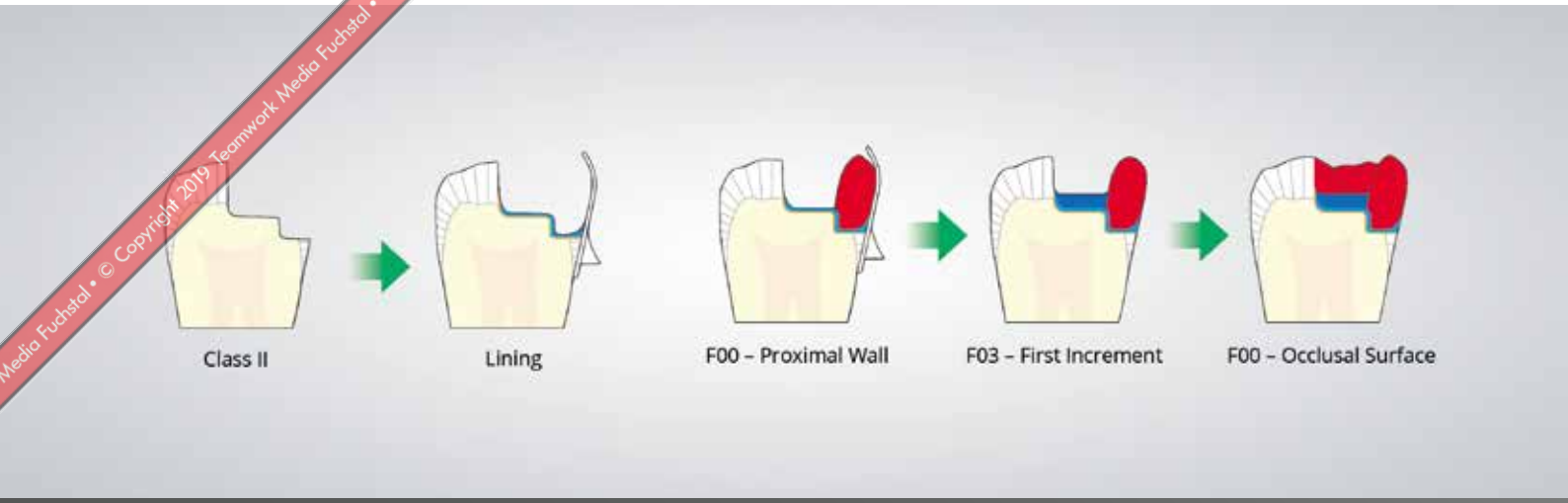
Nachfolgend soll anhand eines Patientenfalls gezeigt werden, wie die zuvor genannten Aspekte eruiert werden können und im Behandlungsablauf Beachtung finden.

Funktionsanalyse

Der Vorteil der interdisziplinären Zahnmedizin besteht darin, dass Behandlungsmöglichkeiten wie die Kieferorthopädie oder die restaurative Zahnmedizin oder eine Kombination aus beiden Disziplinen angeboten werden können. Um das gewünschte Endergebnis erzielen zu können, erfordern folglich Fälle, die interdisziplinär gelöst werden, einen klar strukturierten Behandlungsplan.
In vielen Fällen treten bei Patienten Symptome wie Kopfschmerzen, Nackenverspannungen und Kiefergelenkauffälligkeiten nebeneinander auf.
Nach einer klinischen Funktionsanalyse, die den Ausgangspunkt der Behandlung darstellt, bildet eine kombinierte Physio- und Schienentherapie den ersten Schritt des zahnärztlichen Behandlungsprozesses. Diese dient der Entkopplung der bestehenden Okklusion von der Kaumuskulatur **(Abb. 5)**.

Sobald eine stabile physiologische Gelenkposition wiederhergestellt ist, werden die okklusalen Störungen des Patienten sichtbar **(Abb. 6)**.

Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



04 Es ist wichtig, die Präparationsgröße, -form und -methode an die Polymerisation des Bondings/des Restaurationskomposits und das Design oder die Anatomie der Restauration anzupassen. Die Kenntnis darüber, wie diese Dinge miteinander korrelieren, ist enorm wichtig (Bildquelle: Shofu).



05 Nach einer klinischen Funktionsanalyse bildet eine kombinierte Physio- und Schienentherapie den ersten Schritt des zahnärztlichen Behandlungsprozesses. Dies dient der Entkopplung der bestehenden Okklusion von der Kaumuskulatur.

Die Diskrepanz zwischen allen Zähnen in Kontakt (maximale Interkuspidation) und der okklusalen Beziehung in der physiologischen Gelenkposition (Stable Condylar Position – SCP) kann ausgewertet und ein Behandlungsplan erstellt werden.

Die 24-jährige Patientin, die seit mehr als fünf Jahren über Schmerzen klagte, wurde von diversen Kiefergelenksspezialisten unterschiedlich behandelt, um ihre okklusalen Probleme zu lösen. Die Patientin hatte die kieferorthopädische Behandlung mit einem festsitzenden Gerät abgeschlossen, für die einige Jahre zuvor vier Prämolaren extrahiert wurden. Dennoch richteten sich die Zähne nach Abschluss der Behandlung wieder in ihrer alten Position aus.

Ihre Oberkieferbogenform machte es notwendig, dass der Zahnbogen mit einem zweiten kieferorthopädischen Behandlungsansatz erweitert werden musste **(Abb. 7)**.

Zwei Jahre nach Abschluss dieser kieferorthopädischen Behandlung zeigte ein CBCT-Scan Veränderungen der Kiefergelenke, die Gelenkgeräusche und eine begrenzte Mundöffnung nach sich zogen **(Abb. 8)**.

Zur Wiederherstellung der Kieferöffnung und der funktionellen Kieferbewegung wurde im Oberkiefer eine anterior geführte Schiene in Kombination mit physiotherapeutischen Bewegungsübungen verschrieben **(Abb. 9)**. Die Schiene verdeutlichte die drastische Abweichung zwischen der Position aller Zähne in Kontakt (maximale Interkuspidation) und den Gelenken in ihrer physiologischen Position (zentrische Relation). In zentrischer Relation wies die Patientin anterior einen offenen Biss auf **(Abb. 10)**, während bei maximaler Interkuspidation ihre Gelenke ausgelenkt waren, um den offenen Biss anterior auszugleichen.

Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



06 Die okklusalen Störungen des Patienten werden sichtbar, sobald eine stabile physiologische Gelenkposition wiederhergestellt ist.



07 Nach Abschluss einer kieferorthopädischen Behandlung mit einem festsitzenden Gerät richteten sich die Zähne der 24-jährigen Patientin wieder in ihrer alten Position aus. Die zu schmale Form ihres Oberkieferbogens erforderte einen neuen kieferorthopädischen Behandlungsansatz.

Instrumentelle Analyse

Nachdem mit der Schienentherapie eine stabile Kondylenposition erreicht werden konnte **(Abb. 11 und 12)**, wurde eine instrumentelle Funktionsanalyse durchgeführt **(Abb. 13)**. Diese diente dazu, die für ein stabiles Behandlungsergebnis notwendigen restaurativen Maßnahmen zu ermitteln. Die instrumentelle Funktionsanalyse ermöglicht die Erfassung der Unterkieferbewegung. Die daraus gewonnenen Daten dienen der Programmierung eines volljustierbaren Artikulators. Die Funktionsanalyse …

- … dient im stomatognathen System dazu, die Determinanten der Gelenkbahn- und Zahnbewegungen zusammen mit klinischen und bildgebenden Verfahren zu überprüfen, und trägt zu einer validen Diagnose Craniomandibulärer Dysfunktionen (CMD) bei.
- … ermöglicht je nach verwendetem System eine analoge oder digitale Darstellung und Auswertung der Gelenkbahn- und Zahnbewegungen bei Unterkieferbewegungen.
- … erfordert eine klinische Aufzeichnung mit entsprechender Dokumentation und Erstdiagnose.

Mithilfe der digitalen oder analogen Aufzeichnung der Kieferbewegungen sammelt man Informationen über die horizontale Neigung der Kondylen und den Bennett-Winkel (Seitenverschiebung der Kondylen unter Kaukraft). Dagegen wird eine zentrische Analyse verwendet, um Ober- und Unterkiefermodelle präzise in Relation zu montieren.

Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



08 Zwei Jahre nach Abschluss der zweiten kieferorthopädischen Behandlung zeigte ein CBCT-Scan Veränderungen an den Kiefergelenken. Gelenkgeräusche und eine begrenzte Mundöffnung waren die Folge.



09 Zur Wiederherstellung der Kieferöffnung und der funktionellen Kieferbewegung wurde für den Oberkiefer eine anterior geführte Schiene angefertigt und Physiotherapie verschrieben. Die Schiene verdeutlichte, wie drastisch …



10 … die Position der Zähne in maximaler Interkuspidation und die Gelenke in physiologischer Position voneinander abwichen. In zentrischer Relation war der Biss anterior offen, andererseits lenkten die Gelenke bei maximaler Interkuspidation aus.

Diagnostisches Aufwachsen

Ziel der Übertragung der individuell ermittelten Werte in den Bewegungssimulator (Artikulator) ist es, dass die Bewegungen der technischen Vorrichtung „Artikulator/Bewegungssimulator" so weit wie möglich den tatsächlichen Bewegungen des Patienten entsprechen. Es ist zwingend erforderlich, eine diagnostische analoge oder digitale Planung der Anatomie, Ästhetik und Funktion durchzuführen **(Abb. 14 bis 16)**.

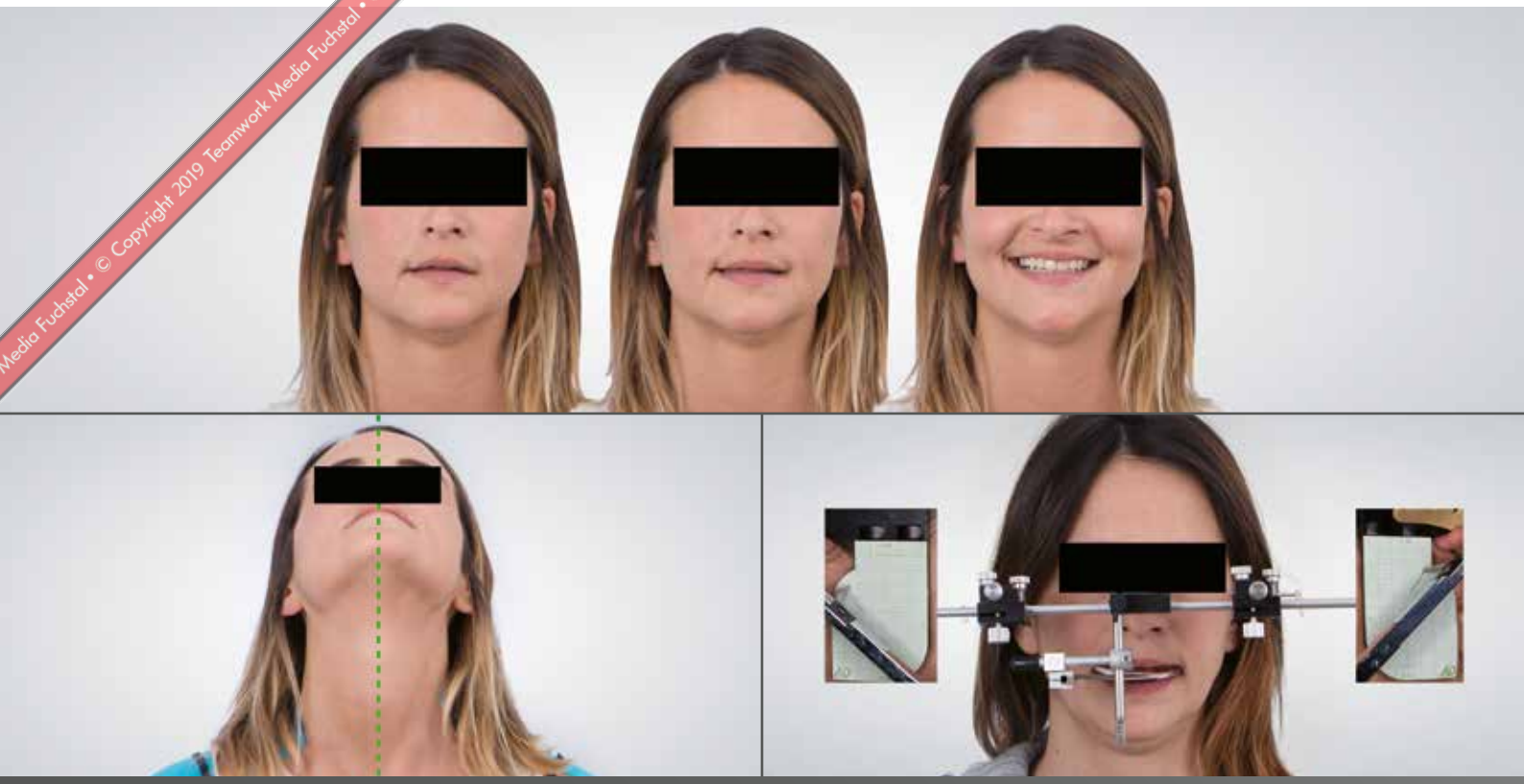
Mit einem diagnostischen Wax-up, in dem die Gestaltung der Kauflächen optimal an die individuellen funktionellen Gegebenheiten und an die biomechanischen Anforderungen angepasst wurde, stellt man sicher, dass Zahnersatz angefertigt wird, der ohne aufwendige Korrekturen im Mund des Patienten eingesetzt werden kann.

Die Korrektur von okklusalen Störungen oder Zahnfehlstellungen kann sowohl restaurative als auch kieferorthopädische Ansätze nach sich ziehen, insbesondere wenn der Patient wünscht, dass in diesem Zusammenhang die Zahnfarbe korrigiert, strukturelle Verluste behoben, bestehende Restaurationen ersetzt werden sollen, oder wenn andere komplizierende Faktoren vorliegen.

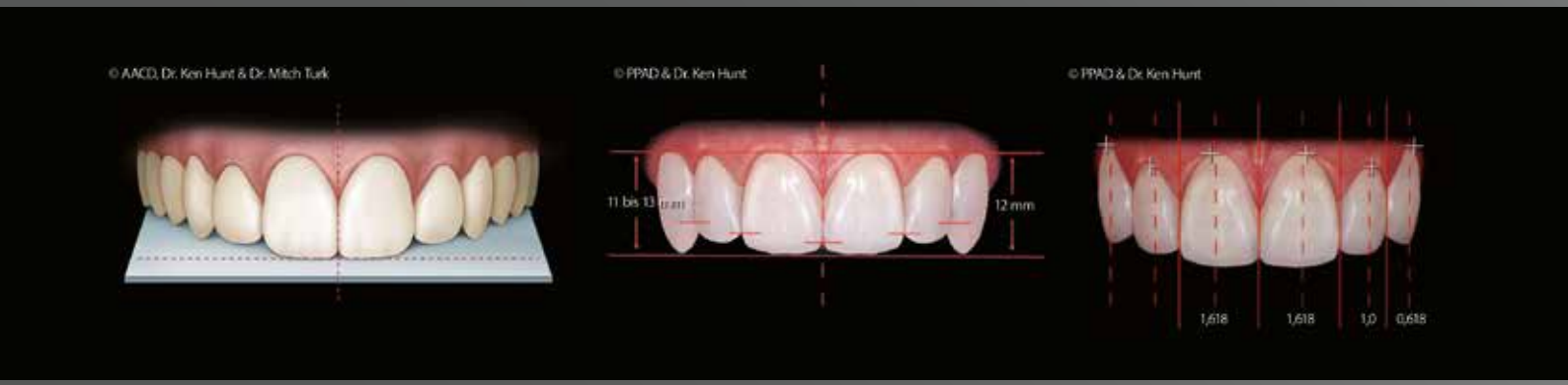
So kann der Zahnarzt beispielsweise das okklusale Verhältnis der oberen Frontzähne nicht allein durch restaurative Maßnahmen korrigieren, etwa bei Patienten mit unzureichenden oder übermäßigen Overbite, Overjet oder Kreuzverzahnungen einzelner Frontzähne.

Daher erfordert die Bestimmung der Zahnstellung eine sorgfältige Analyse aller Komponenten, die für ein ästhetisch ansprechendes Ergebnis notwendig sind. Dazu zählen unter

Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



11 – 13 Nachdem mit der Schienentherapie eine stabile Kondylenposition erreicht worden war, wurde eine instrumentelle Funktionsanalyse durchgeführt. Mit dieser wurden die für ein stabiles restauratives Behandlungsergebnis notwendigen Daten zur Programmierung des Artikulators ermittelt.



14 – 16 Die individuell ermittelten Werte wurden auf den Artikulator übertragen, damit die Bewegungen dieser technischen Vorrichtung so weit wie möglich den tatsächlichen Bewegungen der Patientin entsprechen. Es ist zwingend erforderlich, eine analoge oder digitale diagnostische Planung der Restauration vorzunehmen.

anderem das Zahnbreiten/-längenverhältnis, aber auch alle Elemente, die für eine einwandfreie Funktion erforderlich sind.
Der Designprozess beginnt mit damit, dass die zentralen Schneidezähne im Ober- und Unterkiefer festgelegt werden.

Dabei sind von Relevanz:

- die Position der Inzisalkanten
- die Schneidezahnlänge
- Labialaspekt: Inklination der Frontzähne
- die Neigung der Lippen
- die Mittellinie
- die Inzisal-/Okklusalebene
- die vertikale Dimension

Für die Seitenzähne sind von Relevanz (Abb. 17 bis 19):

- die Bisshöhe
- die Okklusionsebene
- die bukkale Breite (bukkaler Korridor)
- die Spee-Kurve
- die Wilson-Kurve (linguale Höckerhöhe)
- die okklusale Morphologie

© Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal •



17 – 19 Mit einem diagnostischen Wax-up stellt man sicher, dass der auf dessen Basis gefertigte Zahnersatz ohne aufwendige Korrekturen im Mund des Patienten eingesetzt werden kann. Die Kau- und Funktionsflächen müssen optimal an die individuellen funktionellen Gegebenheiten und an die biomechanischen Anforderungen angepasst werden.



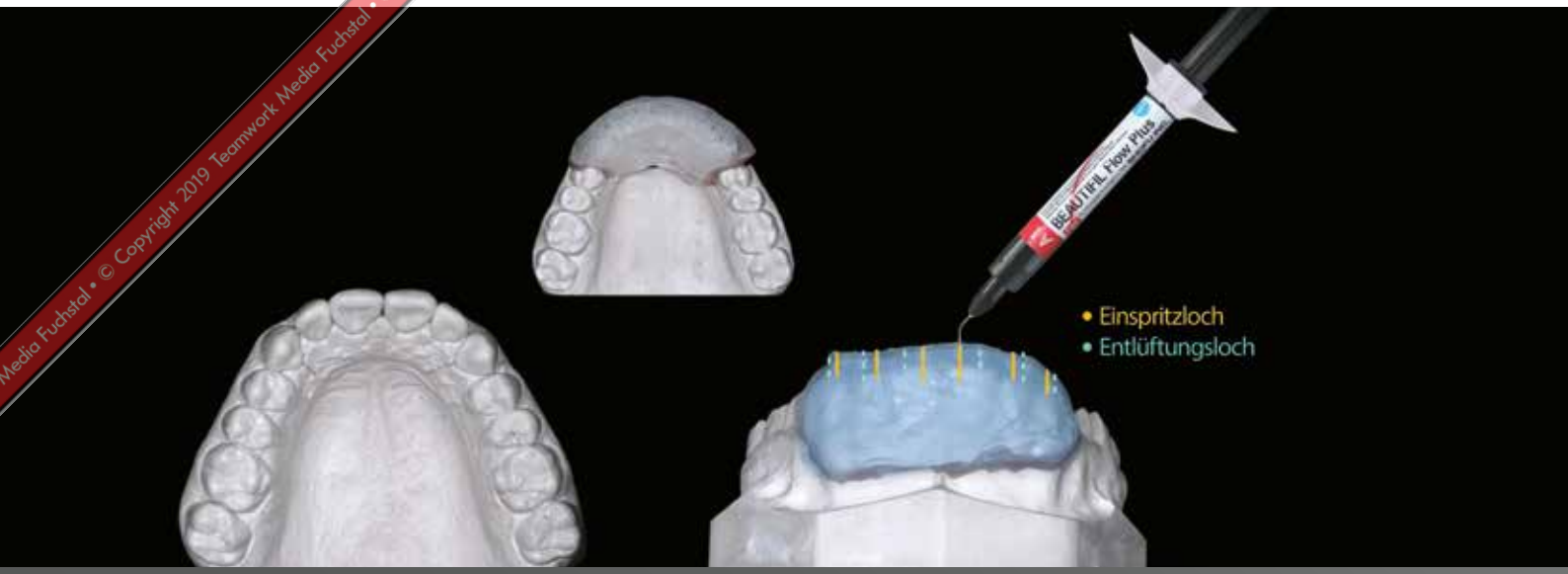
20 Die neue Morphologie wird im Artikulator kontrolliert, und so werden die Funktionswege und die Front-Eckzahn-Führung überprüft.

Die Funktionalität der neuen Morphologie wird im Artikulator simuliert, um so die Funktionswege und die Front-Eckzahn-Führung zu überprüfen **(Abb. 20)**.

Übertragungstechniken

Das diagnostische Wax-up bietet dem Zahnarzt und dem Patienten die Möglichkeit, ein dreidimensionales Bild des Vorschlags zu bekommen und diesen unter klinischen Bedingungen beurteilen zu können. Dafür werden die aufgewachsten Modelle mit Silikonschlüsseln fixiert. Die Silikonschlüssel sind so gestaltet, dass sich das Komposit direkt injizieren und die durch das Wax-up festgelegte Zahnform direkt auf die Zähne übertragen lässt **(Abb. 21)**. Der Schlüssel kann mit einem injizierbaren Füllungskomposit befüllt werden. Nach der Polymerisation des Komposits (lichtdurchlässiges Silikon verwenden) wird der Schlüssel entfernt, sodass die Konstruktion des diagnostischen Wax-ups klinisch, vor jeder endgültigen Behandlung, getestet werden kann. Dieser Schritt ist äußerst wertvoll, da sich so die Kontur der geplanten Restaurationen fein

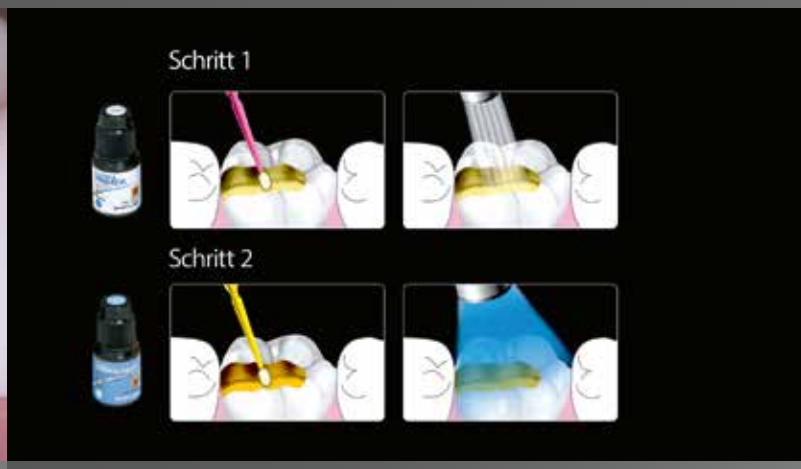
© Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



21 Das diagnostische Wax-up muss in den Patientenmund übertragen werden. So bietet sich dem Zahnarzt und dem Patienten die Möglichkeit, ein dreidimensionales Bild des Vorschlags zu bekommen und diesen unter klinischen Bedingungen beurteilen zu können. Die Silikonschlüssel zur Übertragung sind so gestaltet, dass sich das Komposit direkt injizieren und auf die Zähne übertragen lässt.



22 Die Kompositrestaurationen werden Zahn für Zahn in den Mund übertragen. Zur Isolierung der Nachbarzähne kommt Teflonband zum Einsatz. Vor dem Applizieren des Komposits wird jeder Zahn mit Säure geätzt.



23 Nach dem Anätzen der Zähne kommt ein zweistufiges Bondingsystem zu Einsatz; es besteht aus einem Primer und einem Haftvermittler.



24 Sobald der Bonding Agent lichtgehärtet wurde, kann der Silikonschlüssel aufgesetzt und das Komposit durch die Injektionskanäle eingespritzt werden. Der Druck auf die Spritze wird konstant gehalten, bis das Komposit die Entlüftungslöcher erreicht.

25 & 26 Kompositfähnchen und -überschüsse werden vor dem Reinigungs- und Poliervorgang mit dem Skalpell entfernt. Die Politur erfolgt stufenweise.

Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



27 Qualität und Langlebigkeit einer Kompositrestauration hängen maßgeblich von der Konditionierung der Klebeflächen sowie der Polymerisation des Komposits ab (Bildquelle: Shofu).

abstimmen lässt, und bei Bedarf noch einmal mit Komposit modifiziert werden kann. Fotos und Abformungen des modifizierten Mock-ups können dem Zahntechniker übermittelt werden und die darin enthaltenen Infos so in den finalen Konstruktionsvorschlag einfließen.

Der Vorgang kann wiederholt werden, bis das Ergebnis für den Patienten und das Restaurationsteam akzeptabel ist. Sobald das Mock-up abgesegnet wurde, kann die Vorbereitung des finalen Transfers beginnen. Die finale Übertragung der Kompositrestaurationen in den Mund erfolgt Zahn für Zahn, weshalb zur Isolierung der Nachbarzähne Teflonband zum Einsatz kommt. Das Teflon verhindert, das sich möglicher Überschuss bei der Lichthärtung mit den Nachbarzähnen verbindet. Zudem verhindert das Teflonband effektiv, dass sich interapproximale Bereiche verformen. Jeder Zahn wird vor dem Applizieren des Komposits mit Säure geätzt **(Abb. 22)**, darauf folgt die Anwendung eines zweistufigen Bondingsystems, bestehend aus Primer und Haftvermittler **(Abb. 23)**.

Nach der Lichthärtung des Bonding Agent wird der Silikonschlüssel aufgesetzt und das Komposit durch die Öffnungen eingespritzt. Während der Injektion muss der Druck auf die Spritze konstant bleiben, bis das Komposit die Entlüftungslöcher erreicht **(Abb. 24)**. Etwaige Kompositfähnchen und -überschüsse können vor dem stufenweisen Reinigungs- und Poliervorgang mit dem Skalpell entfernt werden **(Abb. 25 und 26)**. Qualität und Langlebigkeit der Kompositrestauration hängen maßgeblich von der Konditionierung der Klebeflächen sowie der Polymerisation – also der richtigen Verarbeitung des verwendeten Komposits **(Abb. 27)** – ab. Es ist sehr wichtig, die Interdentalräume perfekt zu bearbeiten **(Abb. 28)**. Diese Bereiche werden am besten mit Zahnseide überprüft.

Fazit

Biomechanisch gesehen muss jede Restauration funktionelle und ästhetische Anforderungen erfüllen **(Abb. 29 bis 40)**. Verbundwerkstoffe mit niedrigem Biegemodul führen zu Versorgungen mit hoher Beweglichkeit. Diese sorgt dafür, dass sich die daraus gefertigten Restaurationen unter Kaulast ständig verformen. Dieser Dauerstress kann wiederum zur Ermüdung des Materials und einem frühen Versagen der Versorgung führen. Studien deuten darauf hin, dass der Zahnarzt für den bestmöglichen Langzeiterfolg einer Versorgung den klinischen Einsatz berücksichtigen und das Restaurationsmaterial mit den dafür am besten geeigneten Eigenschaften auswählen sollte. Denn nicht alle erfüllen die Anforderungen an spannungsbelastete Seitenzahnrestaurationen.

Zusammenfassung – Benefit von Kompositrestaurationen:

Komposite …

- … können erfolgreich für minimal- oder nonivasive Versorgungskonzepte eingesetzt werden.
- … bieten beste mechanische Eigenschaften bei höchstem Füllstoffgehalt.
- … bieten beste Polierbarkeit, besten Glanz und geringsten Abrieb bei kleinster Füllstoffgröße.
- … müssen vollständig ausgehärtet sein, um die vom Hersteller angegebenen physikalischen Eigenschaften zu erreichen.
- sind für Frontzähne indiziert.
- sind für Seitenzähne indiziert, wenn es kleine oder mittlere Kariesläsionen mit Schmelzrand zu versorgen gilt.
- sind bei großen Füllungen mit tiefen interapproximalen Verlängerungen kontraindiziert.

Media Fuchstal • © Copyright 2019 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2019



28 Es ist sehr wichtig, darauf zu achten, dass die Interdentalräume perfekt und gewissenhaft ausgearbeitet werden. Zur Kontrolle werden diese Bereiche anschließend am besten mit Zahnseide überprüft.



29 – 32 Jede Restauration muss funktionelle und ästhetische Anforderungen erfüllen. Verbundwerkstoffe mit niedrigem Biegemodul führen dazu, dass sich die daraus gefertigten Restaurationen unter Kaulast verformen, was zur Ermüdung des Materials führen kann. ...

LITERATUR

[1] Effects of different ceramic and composite materials on stress distribution in inlay and onlay cavities: 3-D finite element analysis. Kıvanç YAMANEL, Alper ÇAĞLAR, Kamran GÜLŞAHI and Utku Ahmet ÖZDEN. Dental Materials Journal 2009; 28(6): 661–670

[2] What is minimally invasive dentistry? Ericson D. Department of Cariology, Faculty of Odontology, Malmö University, Malmö, Sweden. Oral Health Prev Dent. 2004;2 Suppl 1:287-92.

[3] Rationale and treatment approach in Minimally Invasive Dentistry. JOEL M. WHITE, D.D.S., M.S. and W. STEPHAN EAKLE, D.D.S.). (The Journal of the American Dental Association June 2000 vol. 131 no. suppl 1 13S-19S:)

[4] G. Ryge, D. E. Foley and Cw. Faorhurst. Micro-indentation hardness. J DentRes., 40, (1961)1116-1126.

[5] R.G. Craig and F. A. Peyton. The microhardness of enamel and dentin. J Dent Res., 37, (1958) 661-668.

[6] A Comparison of the Flexural Strength and Elastic Modulus of Condensable and Hybrid Composite Resins. Nuray Attar DDS PhD*, Yalçın Çiftci DDS PhD**, Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi Cilt: 30, Sayı: 1, Sayfa: 42-50,2006 *Hacettepe University, Faculty of Dentistry, Department of Conservative Dentsitry **Hacettepe University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics

[7] Scientific Documentation IPS Empress CAD® Contents: Petra Bühler-Zemp/Dr. Thomas Völkel/ Dr. Kathrin Fischer Issued: October 2011

[8] Physical properties of current dental nanohybrid and nanofill light-cured resin composites. Irini D. Sideridou, Maria M. Karabela, Evangelia Ch. Vouvoudi, Laboratory of Organic Chemical Technology, Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki GR-54124, Greece

[9] Hui-Lung Chien, Pei-Ju Chiu, Bo-Wun Huang, Jao-Hwa Kuang. Young's Moduli of Human Tooth

© Copyright 2019 Tecmwork Media Fuchstal • © Copyright 2019 Tecmwork Media Fuchstal • © Copyright 2019





33 – 40 ... Der klinische Einsatz muss also berücksichtigt und das Material mit den dafür am besten geeigneten Eigenschaften ausgewählt werden. Wenn all dies bedacht wurde, dann können mit Kompositrestaurationen minimal- oder nonivasive Versorgungskonzepte erfolgreich umgesetzt werden.

© Copyright 2015 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2015 Teamwork Media Fuchstal • © Copyright 2015

PRODUKTLISTE

Produkt	Name	Firma
Komposit	Beautifil Flow Plus	Shofu
Gesichtsbogen	Axipath Recorder	Panadent
Polierer	CompoMaster	Shofu
Silikon, Vorwall	kristall LAB	Müller Omnicron

Measured using Micro-Indentation Tests. Life Science Journal. 2012; 9(2):172-177] (ISSN:1097-8135

[10] Feng, L. and Suh, B. I. (2006), A mechanism on why slower polymerization of a dental composite produces lower contraction stress. J. Biomed. Mater. Res., 78B: 63–69. doi: 10.1002/jbm.b.30453

[11] Stress distribution in molars restored with inlays or onlays with or without endodontic treatment: A three-dimensional finite element analysis. W. Jiang, MS, H. Bo, MS, G. YongChun, MS, and Ni Long-Xing, DDS, PhD, School of Stomatology, Fourth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi, China

[12] Influence of ceramic inlays and composite fillings on fracture resistance of premolars in vitro. Antra Ragauska, Peteris Apse, Vladimirs Kasjanovs, Liga Berzina-Cimdina, Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal, 10: 121-126, 2008

[13] Ritter AV, Baratieri LN. Ceramic restorations for posterior teeth: guidelines for the clinician. J Esthet Dent 1999;11:72-86.

[14] Stappert CFJ, Gerds T. Fracture resistance of different partial-coverage ceramic molar restorations. An in vitro investigation. J Am Dent Assoc 2006;137:514-22.

[15] Marginal Adaptation of Indirect Restorations Using Different Resin Coating Protocols. Alberth David Correa MEDINA, Andréia Bolzan de PAULA, Suzana Beatriz Portugal de FUCIO, Regina Maria PUPPIN-RONTANI, Lourenço CORRER-SOBRINHO, Mário Alexandre Coelho SINHORETI; Braz Dent J (2012) 23(6): 672-678

[16] Effect of cavity preparation design on the fracture resistance of directly and indirectly restored premolars. Denise Sá Maia Casselli; André Luis Faria e Silva; Henrique Casselli; Luis Roberto Marcondes Martins; Braz J Oral Sci. October/December 2008 – Vol. 7 – Number 27

WERDEGANG

Ztm. Bernhard Egger absolvierte seine Ausbildung zum Zahntechniker von 1979 bis 1983. Im Jahr 1990 legte er die Meisterprüfung an der Meisterschule München ab und eröffnete sein Dentallabor. Kontinuierliche Fortbildung ist für ihn gelebte Leidenschaft und eine unabdingbare Notwendigkeit, um im Wandel des Berufes wettbewerbsfähig zu bleiben. Ein Schwerpunkt seiner beruflichen Fortbildung ist die funktionelle Zahnmedizin. 2003 wurde er von der OBI Foundation, einem zahnmedizinischen Lehrinstitut in den USA, zum Bioesthetic Dental Technician, BDT, ernannt.
Seit 2005 ist er Vorstandsmitglied des Instituts und als Fakultätsmitglied zuständig im Bereich Technical Education, Executive Marketing Committee und Executive Teaching Committee. Als Geschäftsführer des Dentallabors „Natural Esthetics" ist er für die Unternehmensleitung verantwortlich.



Dr. Maria Jesus Provedo begann 1993 ihr Zahnmedizinstudium an der Universidad País Vasco (Biskaya). Ihren zahnärztlichen Abschluss absolvierte sie an der Universität des Baskenlandes (Spanien). Dr. Provedo ist auf Bioästhetische Zahnmedizin spezialisiert (Stufen I, II und III der Stiftung für bioästhetische Zahnmedizin). An der Complutense Universität Madrid frischte sie ihre Expertise im Bereich der konservierenden Zahnheilkunde auf. Dr. Provedo betreibt eine private Zahnarztpraxis in Navarra. Sie ist Autorin zahlreicher Artikel und Publikationen und referiert auf nationalen und internationalen Kursen und Kongressen. Ihre Kenntnisse im Bereich der funktionellen Zahnheilkunde erwarb und vertiefte Frau Dr. Provedo in zahlreichen Kursen.

