

Einsatz glaskeramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie

Indizes

Funktionstherapie, kranio-mandibuläre Dysfunktion, therapeutische Kieferposition, Repositions-Onlays, Repositions-Veneers, Lithiumdisilikatkeramik

Zusammenfassung

Funktionstherapeutische Behandlungen zielen zunächst allein darauf ab, die gestörte Funktion des Kauorgans wieder zu harmonisieren. In der Mehrzahl der Fälle gelingt dies mittels reversibler, nicht invasiver Therapiemittel. Die Indikation für eine irreversible Abschlussbehandlung liegt nur dann vor, wenn nach erfolgreicher Funktionstherapie der Kiefer in einer Position steht, in der eine gleichmäßige okklusale Abstützung nicht gegeben ist, die Differenz zwischen Ausgangsposition und therapeutisch erarbeiteter Position inakzeptabel erscheint und eine Dauertherapie zur Abstützung der Okklusion in dieser Position mittels einer Okklusionsschiene nicht in Frage kommt. Neben kieferorthopädischen oder klassischen restaurativen Behandlungsverfahren mit Langzeitprovisorien und Kronen sind heute minimalinvasiv präparierte Restaurationen („Table Tops“) sowie noninvasive Restaurationsformen verfügbar (Reposition-Onlays bzw. -Veneers). Der Beitrag schildert die Hintergründe, Indikationen, Therapieformen sowie das praktische Vorgehen.

Einleitung

Funktionstherapeutische Behandlungen zielen nach heutigem Verständnis im Kern auf eine Wiederherstellung der Eufunktion im kranio-mandibulären System ab. Die Behandlung erfolgt in der Regel mittels reversibler zahnärztlicher Verfahren, je nach Situation multimodal ergänzt durch Physiotherapie sowie orthopädische, psychosomatische und tonusmindernde Maßnahmen (z. B. autogenes Training, progressive Muskelrelaxation, Biofeedback). Im Anschluss an die Funktionstherapie sollte möglichst keine Folgebehandlung mittels irreversibler Therapieverfahren nötig sein. Im Einzelfall kann dies aber erforderlich werden, um die nach der Funktionstherapie verbliebene Kieferposition okklusale zu stabilisieren. Nachfolgend sind daher zunächst die Indikationen beschrieben, in denen dies notwendig wird. Anschließend werden die hierfür



M. Oliver Ahlers
Priv.-Doz. Dr. med. dent.

Spezialist für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT)
CMD-Centrum Hamburg-Eppendorf
Falkenried 88 (CiM, Haus C)
20251 Hamburg
E-Mail: oliver.ahlers@cmd-centrum.de
und
Poliklinik für Zahnerhaltung und Präventive Zahnheilkunde
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Daniel Edelhoff
Prof. Dr. med. dent.

Klinikdirektor
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Klinikum der Universität München
Campus Innenstadt
Goethestraße 70
80336 München
E-Mail: daniel.edelhoff@med.uni-muenchen.de

■ ZAHNHEILKUNDE ALLGEMEIN

Einsatz glaskeramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie



verfügbaren Behandlungsalternativen und bei einzelnen dieser Alternativen deren praktische Umsetzung dargestellt.

Indikationsstellung

Das Ziel einer funktionstherapeutischen Behandlung besteht in der Wiederherstellung der Eufunktion des kranio-mandibulären Systems, also der Funktionsverbesserung. Ungewöhnlich für zahnmedizinische Behandlungen ist dabei die Tatsache, dass man den Effekt dieser Behandlung – anders als etwa die Beseitigung florider Karies oder apikaler Aufhellungen im Röntgenbild – nicht im ruhenden Bild sehen kann. Der Erfolg einer funktionstherapeutischen Behandlung drückt sich stattdessen in der Verbesserung von Funktionsbefunden im Vergleich zur Situation vor der Therapie aus. Es ist hierbei generell nicht das Ziel einer funktionstherapeutischen Behandlung, im Anschluss an diese eine kieferorthopädische oder restaurative Folgetherapie durchzuführen – dies bleibt begründeten Einzelfällen vorbehalten⁵. Typische Ausnahmen betreffen vor allem Patienten, bei denen schon von vornherein infolge von Karies und/oder Substanzschäden durch Bruxismus und/oder Biokorrosionen ein restaurativer Behandlungsbedarf bestand; hier triggert dann aber nicht die Funktionstherapie eine restaurative Folgebehandlung, sondern sie ist die Voraussetzung zu deren erfolgreicher Umsetzung.

Abgesehen von diesen Fällen wird eine irreversible Folgetherapie in jenen Situationen erforderlich, in denen nach erfolgreicher Funktionstherapie eine nicht durch die dentale Okklusion abgestützte Kieferposition verbleibt, deren Ausgleich durch eine Dauertherapie mittels einer Okklusionsschiene unmöglich oder nicht gewünscht ist und wo deswegen eine Anpassung der vorhandenen Okklusion an die unter der Funktionstherapie etablierte Kieferposition notwendig wird³ (Abb. 1). Nach erfolgreichem Abschluss der Funktionstherapie ist daher zunächst zu prüfen, ob in der durch die Okklusionsschiene eingestellten Kieferposition eine gleichmäßige okklusale Abstützung besteht. Sofern in der eingestellten Kieferposition die Okklusion gleichmäßig und stabil

abgestützt wird und die Zähne keine Schäden aufweisen, ist keine weitere irreversible Behandlung erforderlich (Abb. 1, Zeile 2).

Behandlungsalternativen

Wenn hingegen in der eingestellten Kieferposition die Okklusion nicht gleichmäßig bzw. stabil abgestützt wird, ist zu klären, ob die Differenz unbehandelt bleiben kann. Dabei gilt es, gemeinsam mit dem Patienten abzuschätzen, ob seine Toleranz gegenüber okklusalen Diskrepanzen es erlaubt, mit der Situation ohne weitere okklusale Anpassung zu leben. Dies kann in Einzelfällen durchaus der Fall sein, vor allem wenn die Differenz klein und die Adaptationsfähigkeit des Patienten gut wiederhergestellt ist (Abb. 1, Zeile 3).

Dauertherapie mit Okklusionsschienen

Sofern der Patient die bestehende Differenz nicht ohne weitere Behandlung akzeptiert, kann eine Alternative in der Dauertherapie mit einer nur nachts getragenen Schiene liegen, wobei die okklusalen Diskrepanzen tagsüber dann allerdings hingenommen werden müssen. Auch dies setzt eine hinreichend wiederhergestellte Adaptationsfähigkeit, ein geringes Ausmaß an okklusaler Differenz und reproduzierbar wieder erreichte Gelenkstellungen voraus. Eine andere Lösung kann das dauerhafte Tragen einer Okklusionsschiene nachts und tagsüber mit allen damit verbundenen Nachteilen sein (Abb. 1, Zeile 3 rechts). Nur wenn diese Alternativen für die Patienten inakzeptabel sind, ist eine Folgebehandlung mittels kieferorthopädischer, kieferchirurgischer oder restaurativer Verfahren indiziert (Abb. 1, Zeile 4).

Kieferchirurgische Therapieverfahren

Kieferchirurgische Behandlungsverfahren sind ob ihres invasiven Charakters und der damit verbundenen Risiken allein jenen Fällen vorbehalten, in denen andere Alternativen nicht eingesetzt werden können oder keine ausreichende Wirkung haben⁴.

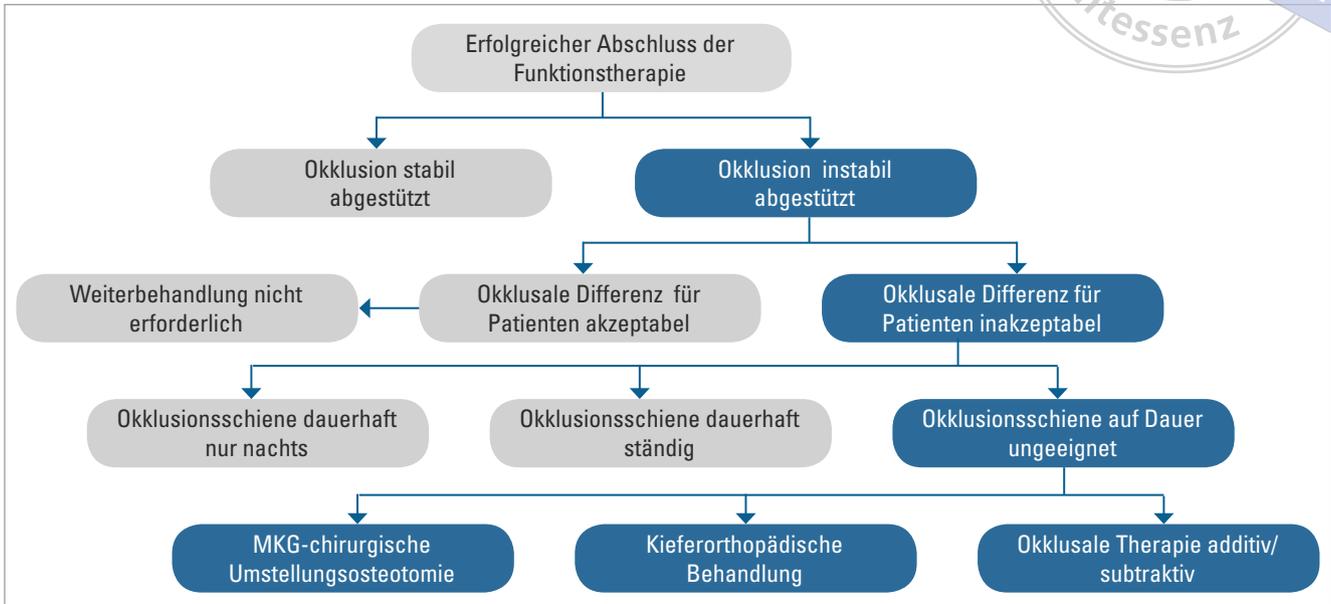


Abb. 1 Entscheidungsbaum zur Indikation einer Abschlussbehandlung mit irreversiblen Behandlungsverfahren

Kieferorthopädische Therapieverfahren

Kieferorthopädische Behandlungen sind indiziert, wenn in der therapeutischen Kieferposition einzelne Zähne oder ganze Zahngruppen den ungehinderten Zusammenbiss stören (z. B. eine zu steil stehende Oberkieferfront) und nach deren Beseitigung eine gleichmäßige okklusale Abstützung in der therapeutischen Kieferposition und -gelenkstellung absehbar ist (und wenn der Zustand der Zähne nicht ohnehin restaurative Maßnahmen an den betreffenden Zähnen erfordert). Zu berücksichtigen sind dabei allgemeine Kontraindikationen gegen kieferorthopädische Behandlungen, etwa ungünstige Wurzelverhältnisse, sowie die Akzeptanz der Patienten im Hinblick auf das Tragen einer „Zahnklammer“ für eine begrenzte Zeit.

Kieferorthopädisch sind solche Therapien besonders anspruchsvoll, weil hier im Einzelfall sicherzustellen ist, dass nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung die Kieferrelation speziell im Gelenkbereich unverändert bleibt, damit nicht als Folge der kieferorthopädischen Maßnahmen im Anschluss eine erneute Funktionstherapie erforderlich wird. Leicht nachvollzieh-

bar ist dabei der Verzicht auf den Einsatz interokklusal wirkender Behandlungsmittel. Eine ungewohnte Einschränkung stellt hingegen der Verzicht auf die Heranziehung nicht bewegter Seitenzähne zur Retention dar. Dies dient nicht nur der Verhinderung neuer dysfunktionaler Trigger, sondern ist vor allem wichtig, um Stellungsveränderungen der Seitenzähne während der kieferorthopädischen Behandlung zu vermeiden, da nur so die Aufrechterhaltung der eingestellten therapeutischen Kieferposition im Kondylenpositionsmessinstrument kontrollierbar bleibt. Diese einschränkenden Vorgaben sind unter Umständen nur durch die Verankerung der kieferorthopädischen Apparatur mittels Gaumenschrauben oder eines Gaumenimplantates umsetzbar.

Restaurative Therapieverfahren: subtraktiv oder additiv?

Sofern eine kieferorthopädische Behandlung nicht oder nur adjuvant in Frage kommt, müssen schließlich restaurative Verfahren geprüft werden¹⁴. Grundsätzlich zu unterscheiden sind hierbei zunächst subtraktive Ver-

ZAHNHEILKUNDE ALLGEMEIN

Einsatz glaskeramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie

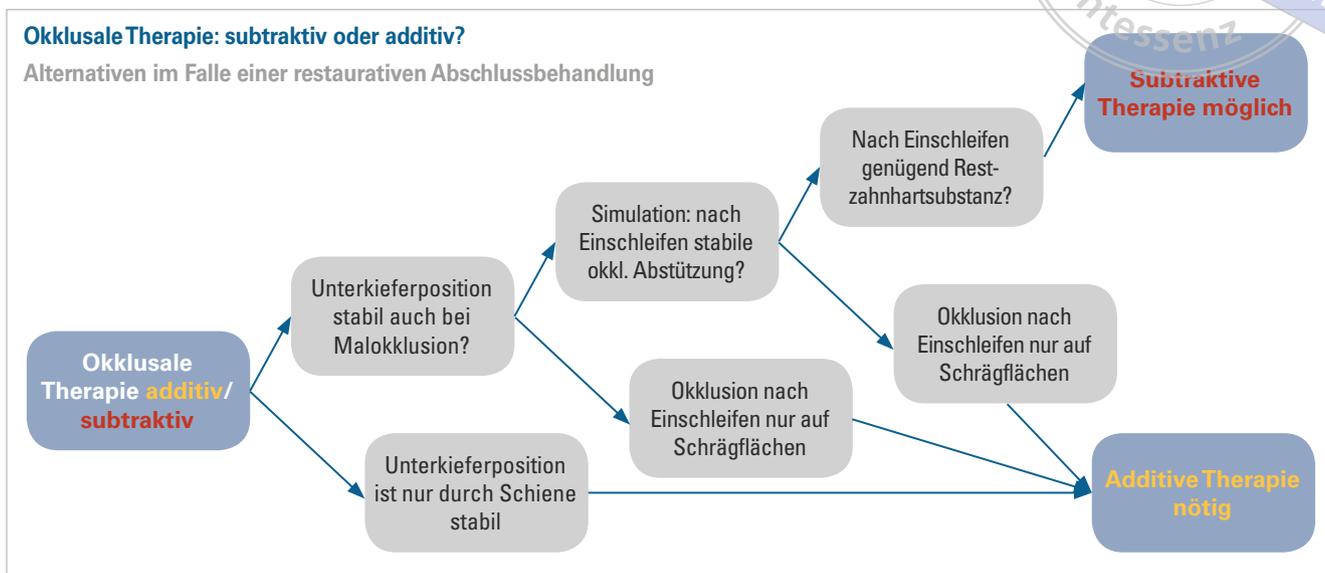


Abb. 2 Entscheidungskriterien zur okklusalen Anpassung mittels restaurativer subtraktiver oder additiver Therapieverfahren

fahren (systematisches Einschleifen) von additiven Therapieoptionen. Die Entscheidung zwischen beiden Alternativen basiert in der Regel auf mehreren Faktoren:

- dem Zustand der vorhandenen Zähne,
- einer Auswertung der mit dem jeweiligen Verfahren erreichbaren Kieferposition sowie
- der durch die Einschleiftherapie absehbar zu erzielenden okklusalen Stabilität.

Ausgehend von der Überlegung, dass eine subtraktive okklusale Anpassung im Vergleich zumindest zur klassischen restaurativen Behandlung mit Vollkronen in der Regel weniger invasiv ist, hat der Erstautor daher den in Abbildung 2 dargestellten Entscheidungsbaum entwickelt³, der u. a. folgende Aspekte verdeutlicht:

- Bei bestehendem Anpassungsbedarf ist eine subtraktive Anpassung nur sinnvoll und möglich, wenn zuvor im Rahmen der Funktionstherapie eine nachweisbar stabile Kieferposition erreicht werden konnte. Der entsprechende Nachweis erfolgt typischerweise durch eine Überprüfung der während bzw. nach der Funktionstherapie eingenommenen Kieferposition und deren Auswertung per Kondylenpositionsanalyse. (Wird darin mit getragener

Okklusionsschiene keine stabile Kondylenposition erzielt, kann eine restaurative Folgebehandlung nur im begründeten Ausnahmefall infolge besonderer Umstände indiziert sein – und wird vorhersehbar durch Komplikationen belastet werden.)

- Wenn die stabile Kondylenposition als Vorbedingung nachgewiesen ist, setzt die Indikation zur subtraktiven Anpassung zudem voraus, dass Letztere nicht nur in einer reduzierten vertikalen Dimension mündet, sondern dass es auch absehbar zu einer okklusal stabilen Situation kommt. Anderenfalls wird zwar der Biss abgesenkt, aber es resultiert eine instabile Situation mit Kontakten allein auf nicht gegenseitig abgestützten Schrägflächen. Praktisch erfolgt die Abschätzung in einer vorherigen Simulation der Einschleiftherapie auf einem in therapeutischer Kieferposition montierten Duplikatmodell. Sofern vorhersehbar keine stabile Okklusion erreicht werden kann, ist ein rein subtraktiver Weg nicht zielführend.
- Selbst wenn beide Vorbedingungen gegeben sind, darf im Rahmen einer eventuellen subtraktiven Therapie im Seitenzahnbereich nur so viel Zahnhartsubstanz durch Einschleifen entfernt werden,

dass nach dem systematischen Einschleifen der Seitenzähne zum Okklusionsausgleich in korrigierter Kieferposition keine übermäßige Belastung der Frontzähne resultiert. Darüber hinaus muss noch ausreichend Restzahnhartsubstanz verbleiben, damit posttherapeutisch nicht die Bisslage äquilibriert, dafür aber wegen der vulnerablen Zahnhartsubstanzen in der Folge eine restaurative Behandlung erforderlich ist.

Aus dem Entscheidungsbaum ergibt sich, dass die Indikation für eine rein subtraktive okklusale-restaurative Behandlung bei vergleichsweise wenigen Patienten vorliegt. In allen anderen Fällen, in denen ein Okklusionsausgleich mittels restaurativer Techniken erfolgen soll, ist der Einsatz von Zahnersatz oder additiven Umformungen notwendig.

Restaurative Behandlungstechniken: Alternativen zu Kronen?

Sofern eine Einschleiftherapie im Einzelfall als Alternative ausscheidet, stehen heute invasive, minimal-invasive und noninvasive additive restaurative Therapieverfahren zur Auswahl^{7,8,16,24,27,30-33}. Infolge von Weiterentwicklungen der Behandlungstechniken sind dabei derzeit vier verschiedene Vorgehensweisen zu unterscheiden (Tab. 1).

1. Noninvasive semipermanente direkte Restaurationen aus Kompositkunststoffen

Grundsätzlich ist es möglich, verloren gegangene oder fehlende Zahnhartsubstanzen durch Komposite im direkten Verfahren zu ersetzen. Um dabei aber eine bestimmte Kieferposition einzustellen, setzt das Vorgehen Vorarbeiten im indirekten Verfahren voraus¹². Zunächst erfolgen Abformungen, aus denen Modelle hergestellt und in therapeutischer Kieferposition montiert werden. Es schließt sich eine Modellation der Zielokklusion in Wachs (Wax-up) an, gefolgt von der Anfertigung eines Duplikatmodells als Grundlage der Herstellung spezieller Formteile. Derartige Formteile

wurden ursprünglich bis zum Zervikalsaum tiefgezogen. Nach dem modifizierten Verfahren der Züricher Arbeitsgruppe um *Attin* endet das Formteil weiter supragingival, denn so kann später im Mund damit ausgeformter Kompositkunststoff gut zervikal entweichen. Die Kauflächen werden bei diesem Verfahren nicht alle gleichzeitig aufgebracht und die Interdentalräume durch Einbringung entsprechender Matrizen offen gehalten. Dies ermöglicht die Abstützung der Schablonen auf schon behandelten Zähnen. Werden beide Kiefer behandelt, so erfolgen in der Regel nach den Maßnahmen im ersten Kiefer eine erneute Abformung und Modellherstellung sowie eine Nacharbeit oder Neuankündigung des Gegenkiefer-Wax-ups. Der Gegenkiefer wird dann in einer gesonderten Sitzung versorgt.

Technisch ist das Verfahren sehr anspruchsvoll, kommt aber – abgesehen von den vorbereiteten Laborarbeiten – ohne die indirekte Herstellung von Restaurationen im Dentallabor aus. Eine diesbezügliche klinische Untersuchung der gleichen Züricher Arbeitsgruppe konnten zeigen, dass die Restaurationen über mehrere Jahre haltbar sind und von den Patienten gut angenommen wurden²⁸. Dennoch ließen sich nach 5,5 Jahren klinischer Beobachtungsdauer negative Veränderungen der anatomischen Form, des Restaurationsrandes und der Textur nachweisen¹². Wegen der begrenzten Haltbarkeit der Restaurationswerkstoffe ist daher mittelfristig ein Austausch der solchermaßen rekonturierten Kauflächen durch im indirekten Verfahren hergestellte Restaurationen erforderlich, was in der Gesamtbetrachtung sowohl wirtschaftlich als auch bezüglich der Invasivität jenes Folgeschrittes berücksichtigt werden muss.

Die Indikation dieses Verfahrens ist allerdings auf Patienten mit Erosionen bzw. einer Kombination von Biokorrosionen und Bruxismus beschränkt, da die intraorale Herstellungsweise keine sichere Kontrolle der eingestellten Kondylenposition ermöglicht. Voraussetzung sind insofern Patienten mit geringer Tendenz zur funktionellen Entgleisung und stabil geführter Gelenkstellung. Im Umkehrschluss ist das Verfahren für Patienten mit einer Neigung zu kranio-mandibulären Dysfunktionen und speziell für solche mit instabil geführter Gelenkstellung nicht indiziert.

■ ZAHNHEILKUNDE ALLGEMEIN

Einsatz glaskeramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie



Tab. 1 Vergleich der verschiedenen non- und minimalinvasiven Restaurationsverfahren zum Okklusionsausgleich

Komplette Beschreibung des Verfahrens	3-zeitig: noninvasive direkte semipermanente kaufflächenbedeckende Restaurationen aus Komposit, später ersetzt durch definitive (Keramik-)Restaurationen
Präparationen	Keine Präparation(en) im ersten Behandlungsschritt, später aber in der restaurativen Folgebehandlung
Kieferposition und Kieferrelationsbestimmung	In der Regel bisherige Gelenkstellung mit vergrößerter vertikaler Dimension (keine Übertragung einer veränderten Gelenkstellung), bei Restauration beider Kiefer nach Behandlung eines Kiefers neue Kieferrelationsbestimmung und Anpassung des Wax-ups
Provisorien	Keine Provisorien erforderlich
Restaurationsmaterial	Seitenzahnkomposit
Möglichkeiten zur nachträglichen Veränderung der eingestellten Okklusion	Subtraktive Ausarbeitung der Kauffläche während der Fertigstellung eines Kiefers obligat, Möglichkeit der Anpassung bei der Formgestaltung des Gegenkiefers
Verschleiß	Verschleiß des Komposits in Abhängigkeit von Material, Homogenität und Umsetzungsgrad, der Mundhygiene und Belastung mit sonstigen Säuren („degradation of dental polymers“)
Nachfolgende restaurative Behandlung	Mit zeitlichem Abstand (in Abhängigkeit vom chemomechanischen Verschleiß des Restaurationsmaterials) restaurative definitive Neuversorgung
Aufwand insgesamt	Aufwand für semipermanente direkte Kompositrestaurationen je Kiefer getrennt und für definitive Restaurationen

2. Noninvasive semipermanente indirekte Restaurationen mittels Repositions-Onlays bzw. -Veneers aus PMMA oder Komposit

Dieses Verfahren zielt darauf ab, verloren gegangene oder fehlende Zahnhartsubstanzen durch indirekt im Artikulator ausgeformte Restaurationen aus PMMA oder Kompositen in einem Behandlungsschritt zu ersetzen. Später werden dann im zweiten Schritt die

solchermaßen versorgten Zähne Zug um Zug durch invasiv präparierte Restaurationen ersetzt. Das Vorgehen gleicht dabei bis zum Wax-up dem vorstehend beschriebenen – es werden ebenfalls nach der Funktionstherapie neue Abformungen genommen und ausgegossen sowie die entstehenden Modelle in therapeutischer Kieferposition montiert. Auch hier folgt im Dentallabor eine Wachsmodellation (Wax-up), die dann aber nicht in ein intraoral auszufüllendes Form-



2-zeitig: noninvasive indirekte semipermanente Repositions-Onlays/-Veneers aus Kunststoff, später ersetzt durch definitive (Keramik-)Restaurationen	1-zeitig: noninvasive indirekte permanente Repositions-Onlays/-Veneers in Lithiumdisilikatkeramik	1-zeitig: minimalinvasive indirekte permanente Repositions-Onlays/-Veneers in Lithiumdisilikatkeramik
Keine Präparation(en) im ersten Behandlungsschritt, später aber in der restaurativen Folgebehandlung	Keine Präparation(en)	Minimalinvasive Präparation(en) nach speziellem Präparationskonzept
Überführung der in der Funktionstherapie etablierten Kiefer- und Kondylenposition in einem Schritt, ggf. mit im Vergleich reduzierter vertikaler Dimension (weil Restaurationsmaterialien dünner sein können als die Schiene zuvor)	Überführung der in der Funktionstherapie etablierten Kiefer- und Kondylenposition in einem Schritt, ggf. mit im Vergleich reduzierter vertikaler Dimension (weil Restaurationsmaterialien dünner sein können als die Schiene zuvor)	Überführung der in der Funktionstherapie etablierten Kiefer- und Kondylenposition (mit Übertragung durch MemoBite-Okklusionsplatte) oder neue Kieferrelationsbestimmung
Keine Provisorien erforderlich	Keine Provisorien erforderlich	Provisorien bei Freilegung des Dentins erforderlich (in dem Fall erzwingt ggf. die Haltbarkeit eine invasivere Präparation)
PMMA oder Komposit	Dentalkeramik aus Lithiumdisilikat (IPS E.max Press)	Dentalkeramik aus Lithiumdisilikat (IPS E.max Press)
Subtraktive Anpassung der semipermanenten Repositions-Onlays vor Überführung in definitive Restaurationen möglich	Nur subtraktive Anpassung der definitiven Repositions-Onlays nach der Eingliederung	Je nach Restaurationsstärke und Präparationsform: bei dünnen Restaurationen nur subtraktive Anpassung nach der Eingliederung, bei dickeren Restaurationen testweise Anpassung vor dem Einkleben möglich
Verschleiß des Kunststoffs in Abhängigkeit von Material, Homogenität und Umsetzungsgrad, der Mundhygiene und Belastung mit sonstigen Säuren („degradation of dental polymers“)	Schmelzidentischer Verschleiß	Schmelzidentischer Verschleiß
Mit zeitlichem Abstand nach vollständiger funktioneller Adaptation der neuen Okklusion: restaurative definitive Neuversorgung	Keine	Keine
Aufwand für semipermanente indirekte Repositions-Onlays und für definitive Restaurationen	Aufwand allein für die indirekten permanenten Repositions-Onlays	Aufwand allein für die indirekten definitiven Restaurationen und ggf. die Provisorien

teil umgesetzt wird, sondern zur Herstellung entsprechender indirekter Restaurationen dient. Erste derartige Restaurationen aus Phantommetall wurden von einer Arbeitsgruppe an der Universität Lund bereits in den 1980er Jahren als „disk-repositioning onlays“ bezeichnet und in einer kontrollierten randomisierten klinischen Studie erfolgreich untersucht^{25,26}. Später beschrieben unabhängig voneinander *Freemeyer* sowie die Autoren des vorliegenden Beitrags eine modifizier-

te Herstellung aus zahnfarbenen Kunststoffen, kombiniert mit deren adhäsiver Befestigung^{1,6,18,21}. Die Auswahl des vom Erstautor zunächst eingesetzten PMMA-Kunststoffes richtete sich gemäß Medizinproduktegesetz in erster Linie nach der Zulassung des Materials für diese Anwendung (New Outline, Fa. Anaxdent, Stuttgart). Der Prozess zur zahntechnischen Herstellung jener indirekten Restaurationen aus Kunststoffen ist in der Ausführung sehr anspruchsvoll und

ZAHNHEILKUNDE ALLGEMEIN

Einsatz glaskeramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie

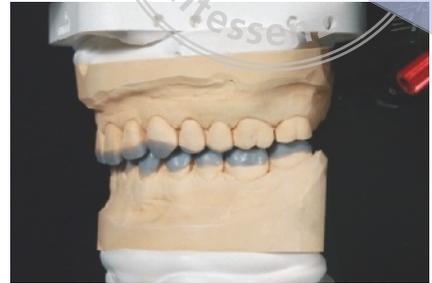
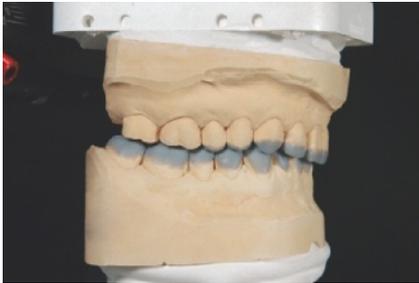


Abb. 3 bis 5 Ausgangssituation nach erfolgreich funktionstherapeutisch behandelter kranio-mandibulärer Dysfunktion und entferntem Kiefergelenktumor mit Verlust von Zahnhartsubstanzen und der vertikalen Dimension. Die umfangreichen Funktionsbefunde sind nicht abgebildet, da die Wiederherstellung der vertikalen Dimension im Fokus steht – hier mit dem Ausgangsschritt dreidimensionale Behandlungssimulation der geplanten Okklusion und vertikalen Dimension (Wax-up) mit kontrastreichem Modellierwachs auf dem Modellpaar 2



Abb. 6 Duplikatmodell vom Wax-up des Unterkiefers als Grundlage der anschließenden Herstellung eines Negativmodells (Teil des Modellpaares 3)

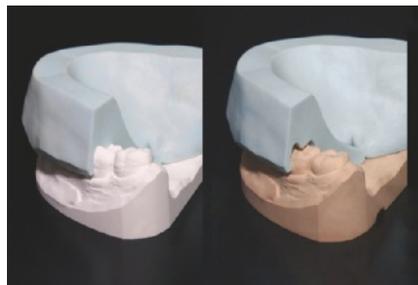


Abb. 7 Das Negativmodell zur Ansicht aufgeschnitten auf dem weißen Duplikatmodell (links) sowie dem sandfarbenen Duplikat des Originalmodells (Teil des Modellpaares 4); erkennbar ist der umschlossene Hohlraum im Volumen des ursprünglichen Wax-ups



Abb. 8 Ein Duplikat des Originalmodells (mit darauf platzierter Negativform des duplizierten Wax-ups im zahntechnischen Unterfütterungsgerät)



Abb. 9 Nach der Entfernung des Silikonkonters werden die Repositions-Onlays und -Veneers auf dem Unterkiefermodell getrennt (unter Beschädigung des verwendeten Modellpaares 4)



Abb. 10 Anschließend erfolgt die Feinausarbeitung der Repositions-Onlays; beim Aufpassen kommt es dabei fast regelhaft erneut zu Beschädigungen jenes Modells (Modellpaar 5)



Abb. 11 bis 13 Die fertiggestellten Repositions-Onlays und -Veneers nach der Übertragung auf das in therapeutischer Kieferposition montierte unbeschädigte Modellpaar 6 und okklusaler Feinjustage



Abb. 14 bis 16 Situation nach der adhäsiven Eingliederung der Repositions-Onlays in statischer Okklusion mit Blick von rechts, frontal und links. Die Repositions-Onlays an den Zähnen 12 bis 22 wurden auf Wunsch der Patientin nicht eingegliedert, was zahnärztlich vertretbar war, weil die Protrusion und Laterotrusion auch allein über die Eckzähne geführt wurde



Abb. 17 bis 19 Aufsicht auf die Zahnbögen im Ober- und Unterkiefer unmittelbar nach der Eingliederung. Die Okklusionskontakte sind im Unterkiefer bewusst noch angefärbt (der Zahn 45 wurde zuvor wegen einer externen Resorption alio loco extrahiert und durch ein Implantat ersetzt)

erfordert in den verschiedenen Ausarbeitungsstufen eine große Anzahl von Kiefermodellen. Die Details der Vorgehensweise wurden an anderer Stelle veröffentlicht⁷ (Abb. 3 bis 13).

Nach der zahntechnischen Fertigung werden die entsprechenden Restaurationen in einem Termin intraoral eingegliedert (Abb. 14 bis 19). Voraussetzung hierfür ist zum einen eine geeignete Adhäsivtechnik,

die sich in Abhängigkeit von dem jeweils zu behandelnden Untergrund teilweise von Zahn zu Zahn unterscheidet. Zum anderen muss die zuvor therapeutisch eingestellte Kieferposition exakt umgesetzt sein, da die Restaurationen aus Gründen der Eigenstabilität sofort fest eingeklebt werden müssen – ein Probetragen und ein eventueller Austausch wie bei Langzeitprovisorien sind nicht unmöglich. Die Austestung der

■ ZAHNHEILKUNDE ALLGEMEIN

Einsatz glaskeramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie



Kieferposition und der Akzeptanz einer Verschlüßelung in dieser Position müssen daher mit der Okklusionsschiene erfolgen. Das Verfahren ermöglicht dafür die klinisch erfolgreiche Übertragung einer entlasteten Kieferposition und Gelenkstellung²⁶ und ist hierbei in der Vertikalen über längere Zeit dimensionsgetreu, während horizontale Verlagerungen nur zum Teil stabil bleiben²⁵. Erforderlich ist eine zeitliche Begrenzung des Eingriffs, weil mit dessen zunehmender Dauer gerade bei den solchermaßen betroffenen Patienten eine Verlagerung der Gelenkstellung droht und/oder eintritt. Dies setzt eine große Routine mit dem Verfahren und eine exzellent eingespielte Prozesskette voraus.

Moderne Fertigungstechnologien ermöglichen seit einigen Jahren auch die Verwendung industriell vorgefertigter Kunststoffe oder Komposite, deren Materialqualität Restaurationen aus direkter Fertigung deutlich überlegen ist. Diese sogenannten Hochleistungspolymere verfügen aufgrund der optimalen Polymerisationsbedingungen und der hohen Homogenität über zahlreiche Vorteile. Dazu zählen eine höhere Langzeitstabilität, eine bessere Biokompatibilität, ein geringerer Verschleiß wie auch eine gegenüber keramischen Restaurationsmaterialien günstigere CAD/CAM-Verarbeitbarkeit bei geringen Schichtstärken¹⁹ (Abb. 20 und 21). Wegen der begrenzten Haltbarkeit des verwendeten Restaurationsmaterials ist sowohl bei den konventionellen als auch bei den CAD/CAM-Herstellungsverfahren mittelfristig ein Austausch der solchermaßen rekonturierten Kauflächen durch invasiv präparierte, im indirekten Verfahren hergestellte Restaurationen vorgesehen. Dies verursacht einerseits einen erneuten restaurativen Aufwand und geht andererseits zu jenem Zeitpunkt mit einem erhöhten Pulpitisrisiko einher.

3. Noninvasive permanente (definitive) indirekte Restaurationen mittels Repositions-Onlays und -Veneers aus Keramik

Als Weiterentwicklung der Behandlung mit noninvasiven semipermanenten Repositions-Onlays und -Veneers aus Kunststoffen hat die Arbeitsgruppe des Erstautors seit 2009 das therapeutische Verfahren umgestellt. Bei zunächst gleichem Vorgehen werden dabei die noninvasiven Repositions-Onlays und -Veneers nicht mehr aus Kunststoffen, sondern aus einer form- und farbstabileren hochfesten Glaskeramik gefertigt (Abb. 22 bis 30). Voraussetzung hierfür war die Entwicklung entsprechend belastbarer Keramiken aus Lithiumdisilikat (IPS e.max Press, Fa. Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Die Festigkeit dieser Keramik liegt deutlich über der von klassischen Glaskeramiken, jedoch unter der von Zirkoniumdioxid (ZrO_2). Die Festigkeitswerte von Lithiumdisilikatkeramik übersteigen allerdings jene von Verblendkeramiken, die für die Verblendung von Gerüsten aus ZrO_2 verwendet werden. Da die ästhetischen Eigenschaften eine monolithische Verarbeitung ohne zusätzliche Verblendung im Seitenzahnbereich ermöglichen und das Abrasionsverhalten in ersten klinischen Untersuchungen schmelzähnliche Werte zeigte, bieten diese Keramiken die Voraussetzungen für entsprechend haltbare Restaurationen. Einschränkend ist dabei festzuhalten, dass diese Glaskeramik seitens des Herstellers zwar mit okklusalen Mindestschichtstärken von 1 mm zur Behandlung mittels „okklusaler Onlays“ freigegeben ist, zurzeit jedoch nicht bei Bruxismus eingesetzt werden soll; hier wird eine ausdrückliche Kontraindikation in der Anwendung von Lithiumdisilikatkeramik ausgesprochen²³. Dem



Abb. 20 und 21 CAD/CAM-gefertigte Restaurationen aus Hochleistungspolymeren



Abb. 22 bis 24 Situation nach kranio-mandibulärer Dysfunktion, orthognather Chirurgie alio loco und erfolgreicher Funktionstherapie: Die Therapiesimulation (Wax-up) erreicht einen Ausgleich der verbleibenden okklusalen Diskrepanz mittels Repositions-Onlays in einem Kiefer und Repositions-Veneers auf allen Canini

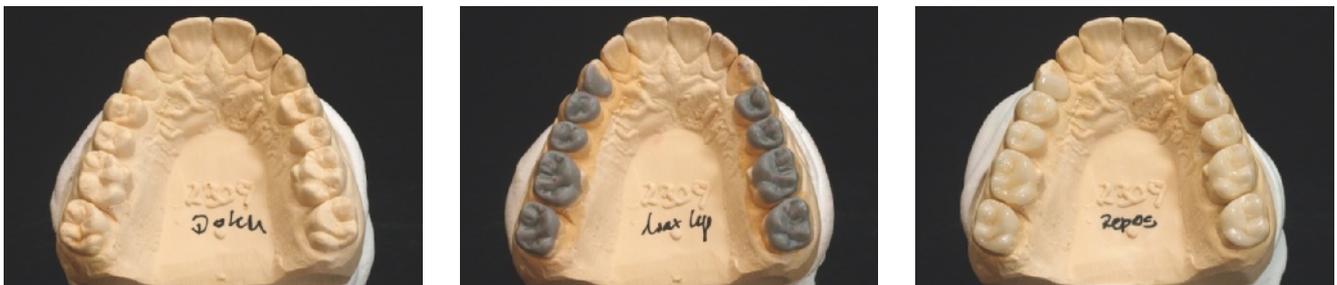


Abb. 25 bis 27 Ausgangssituation im Oberkiefer, Therapiesimulation (Wax-up) sowie fertiggestellte Repositions-Onlays und -Veneers (13, 23) aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max Press)

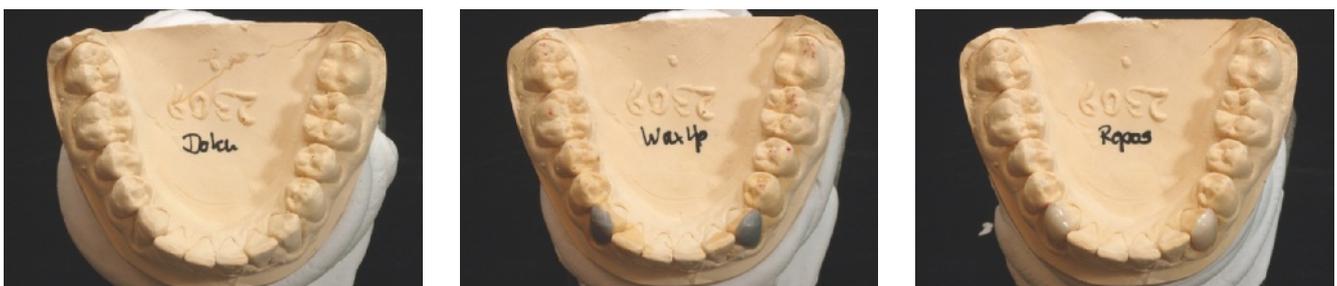


Abb. 28 bis 30 Ausgangssituation im Unterkiefer, Therapiesimulation (Wax-up) sowie fertiggestellte Repositions-Veneers aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max Press)

Hersteller fehlen allerdings lediglich Nachweise für die Eignung des Restaurationsmaterials in diesem Verwendungsrahmen. Zwischenauswertungen einer in der Praxis des Erstautors durchgeführten klinischen Studie zeigen aber, dass die entsprechenden Restaurationen auch bei Patienten nach erfolgreicher Funktionstherapie dauerhaft haltbar sind^{2,10}. Die Verwendung von Onlays mit okklusalen Mindestschichtstärken von 1 mm in einer kontrollierten klinischen Studie des Zweitautors führte

bei Patienten mit einer parafunktionellen Anamnese bislang ebenfalls nicht zu Misserfolgen.

Das adhäsive Eingliedern der glaskeramischen Onlays (Abb. 31 bis 33) erfolgt volladhäsiv durch Anätzen der Restorationsinnenseite mit ca. 5%iger Fluorwasserstoffsäure für 20 Sekunden und anschließender Silanisierung¹⁷. Die Indikation und die klinische Vorgehensweise entsprechen der Behandlung mit noninvasiven semipermanenten Repositions-Onlays

■ ZAHNHEILKUNDE ALLGEMEIN

Einsatz glaskeramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie



Abb. 31 bis 33 Situation nach der schrittweisen definitiven adhäsiven Eingliederung (in einem Termin). Die Ansicht von der linken Patientenseite (im Bild rechts) zeigt den kaum sichtbaren Übergang zu den noninvasiv gestalteten Restaurationen

und -Veneers aus Kunststoffen, nur dass die in jenem Fall erforderliche Folgetherapie sowie die damit verbundenen Aufwendungen hier entfallen und auch das mit den späteren invasiveren Behandlungen einhergehende Pulpitisrisiko vermieden werden kann.

Seine Grenzen findet das beschriebene Vorgehen in Fällen, in denen zwar ein restaurativer Okklusionsausgleich erforderlich ist, der interokklusale Raum jedoch nicht für die Einbringung noninvasiver Repositions-Onlays ausreicht. Aus Sicht des Herstellers ist dabei okklusal im Seitenzahnbereich eine Mindestschichtstärke von 1 mm für Onlays aus Lithiumdisilikatkeramik gefordert. Eine Ausnahme stellt der Frontzahnbereich dar, wo die aktuellen Vorgaben des Herstellers auf der deutschsprachigen Website bereits eine reduzierte Wandstärke von 0,3 mm im nicht unmittelbar kaulasttragenden Bereich vorsehen²³ (Abb. 34 und 35). Hinzu kommen jene Situationen, in denen vorhandene Zahnhartsubstanzschäden sowie dauerhafte, nicht abschaltbare chemische Einflussfaktoren eine teilweise oder extendiertere Präparation erfordern. Dazu sind auch solche Fälle zu zählen, in denen im Seitenzahnbereich nicht dauerhaft haltbare Füllungen vorliegen, die folglich in die Restauration einbezogen werden sollen bzw. müssen.

4. Minimalinvasive permanente („definitive“) Restaurationen aus Glaskeramik („Table Tops“)

Für Behandlungssituationen, in denen die unter 1. bis 3. genannten Therapieverfahren nicht indiziert sind wur-

den parallel zu den o. g. Entwicklungen seit einiger Zeit klassische Restaurationen mit weniger invasiven Präparationsformen beschrieben. Solche minimalinvasiv präparierten Restaurationen werden in der Zahnheilkunde auch als „TableTops“ bezeichnet, ausgehend von dem Gedankenbild, dass bei dem behandelten Zahn die Kaufläche ersetzt wird wie die Platte eines Tisches. Demzufolge wird bei diesen Restaurationen die Präparationsgrenze nicht nach zervikal heruntergeführt, sondern endet weit supragingival – in der Regel auf der Höhe des prothetischen Äquators oder sogar darüber. Die Präparation selbst erfolgt in diesem Fall nach jenen Prinzipien, die für die Präparation keramischer Restaurationen speziell im Seitenzahnbereich vorgesehen sind^{9,15,20}. Bei Kombinationsdefekten infolge von Biokorrosion und Bruxismus kann eine Anpassung der Präparationen durch Verlängerung nach zervikal erforderlich sein. Die Einhaltung der minimalinvasiven Präparationsvorgaben ist mit herkömmlichen Schleifinstrumenten sehr anspruchsvoll, aber neue Präparationsinstrumente werden hier in Zukunft für den Zahnarzt Erleichterungen bringen.

Verfahren zur Festlegung der vertikalen Dimension

Allen invasiven, minimalinvasiven und noninvasiven additiven restaurativen Therapieverfahren ist die Notwendigkeit gemeinsam, die geplante spätere vertikale Dimension im Vorhinein zu bestimmen. Abgesehen von kephalometrischen Techniken²⁹ bietet es sich hier-



für an, ausgehend von der aktuellen Situation sowie dentalen und materialkundlichen Parametern eine individuell geeignete Position zu entwickeln. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Orientierung an Parametern, die ohnehin in jedem Fall zu berücksichtigen sind, auch wenn eine kephalometrische Auswertung die Grundlage der vertikalen Einstellung bildet. Sie haben daher für die Perspektive bzw. Prognose restaurativer Abschlussbehandlungen eine entscheidende Bedeutung. Hierbei sind nacheinander folgende Parameter zu prüfen (Abb. 36):

1. Die vertikale Dimension sollte nur so weit angehoben bzw. wiederhergestellt werden, dass die Führung durch die Front- und Eckzähne in die Exzentrik weiterhin gegeben ist. Anderenfalls müssen insbesondere die Frontzähne zusätzlich restaurativ behandelt werden, was den therapeutischen Aufwand zumindest deutlich erhöht und häufig unerwünscht ist.
2. Sofern eine Erhöhung oder Wiederherstellung der vertikalen Dimension so weit möglich ist, dass die Überlappung der Frontzähne bestehen bleibt, aber eine Führung in der dynamischen Okklusion durch die Eckzähne bzw. Eckzahn/Prämolaren nicht erreicht wird, sollten diese durch Rekonturierungen angepasst werden.
3. Im Bereich der Seitenzähne ist hinreichend Platz für die jeweilige Mindestmaterialstärke des bei nachfolgenden okklusionsausgleichenden Maßnahmen eingesetzten Materials (z. B. Repositions-Onlays) erforderlich. Notwendig ist eine genügende vertikale Dimension, damit die erforderliche Materialstärke zumindest in einem Kiefer erreicht wird.
4. Wenn die Materialstärke im Bereich einzelner Höckerspitzen punktuell unterschritten wird, müssen diese entsprechend abgerundet werden, bevor Neuabformungen der Kieferbögen erfolgen.
5. Die Anpassung der Zahnkonturen sollte nach Möglichkeit nur an einem Kiefer durchgeführt werden, um den therapeutischen Aufwand und auch die Komplexität der Behandlung zu begrenzen.
6. Dabei darf jedoch keine Erhöhung der klinischen Zahnkronen in einer Weise erfolgen, dass das Kronen-Wurzel-Längenverhältnis zu weit von natürlichen Größenordnungen abweicht. Insbesondere ein Kronen-Wurzel-Längenverhältnis jenseits von 1:2 ist als problematisch anzusehen. In diesem Fall sind ausweichend die Zahnkonturen in beiden Kiefern anzupassen. Hierbei ist dann allerdings wieder zu berücksichtigen, dass in beiden Kiefern ausreichende Materialstärken erreicht werden.



Abb. 34 und 35 Identischer Patientenfall mit CAD/CAM-gefertigte Restaurationen aus Hochleistungspolymeren und nach Umsetzung in Lithiumdisilikatkeramik (IPS e.max Press)

ZAHNHEILKUNDE ALLGEMEIN

Einsatz glaskeramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie



Abb. 36 Parameter zur Bestimmung der geeigneten vertikalen Dimension bei restaurativen additiven Therapieverfahren (Repositions-Onlays)

7. Im Hinblick auf die resultierende statische und vor allem dynamische Okklusion ist – um eine störungsfreie Interaktion der Antagonisten sicherzustellen – die Einstellung der Okklusion unter Beachtung entsprechender Kompensationskurven (*Spee'sche Kurve*, *Wilson-Kurve*) anzustreben.
8. Für eine stabile Okklusion sind in beiden Kiefern hinreichend ausgeprägte okklusale Reliefs erforderlich. Bei einem deutlichen Abrasionsgebiss ist dies häufig nicht durch die Restauration allein eines Kiefers zu realisieren, weil die dort erreichte Okklusion im verbliebenen und abradierten Gegenkiefer keine ausreichende Verriegelung (Verschlüsselung) findet. Auch in diesem Fall sind Anpassungen der Zahnkonturen auf beide Kiefer zu verteilen.
9. Zur Erzielung einer gelungenen Ästhetik sind nach Möglichkeit Restaurationsränder, die senkrecht auf die labialen Zahnkonturen zulaufen, zu vermeiden, da der Rand zwischen der Restauration und dem Zahnschmelz zumindest in diesem Fall deutlicher auffällt. Im Gegensatz dazu lässt sich durch die schmelzähnliche Transparenz bei überschichtender Bedeckung die Restauration oft kaum ausmachen.

Letzten Endes ist eine derartige Planung im Einzelfall immer ein Ergebnis des gleichmäßigen Austarierens der verschiedenen o. g. Parameter.



Diskussion

Nutzen der additiven restaurativen Behandlung mittels Repositions-Onlays

Aus Sicht der Autoren liegen die Hauptvorteile der Behandlung mittels indirekt hergestellter Repositions-Onlays und -veneers nicht nur in der Vermeidung invasiver Präparationen, sondern damit auch im Ausschluss von Präparations- und Zementierungstraumata. Die Bedeutung dieses Vorteils ist bei solchen Behandlungen enorm und wiegt ungleich schwerer als bei „normalen“ restaurativen Behandlungen. Der Grund liegt darin, dass bei Maßnahmen zur Stabilisierung der Kieferposition die Anzahl der behandelten Zähne höher ist. Damit steigt bei klassischen restaurativen Behandlungen auf Basis invasiver Präparationen das kumulative Risiko einer Pulpitis als Präparationsfolge, was in dem Fall regelhaft das postoperative Therapieergebnis beeinträchtigt.

Hinzu kommt, dass Patienten, bei denen kranio-mandibuläre Dysfunktionen erfolgreich therapiert wurden, grundsätzlich eher als andere Patienten gefährdet sind, nach umfangreichen Zahnbehandlungen Adaptationsstörungen zu entwickeln. Sofern diese nicht allein auf die Kaumuskulatur beschränkt bleiben, sondern auch die Zähne betreffen, lassen sich die resultierenden Schmerzen von Pulpitiden als Präparations- oder Zementierungsfolge kaum unterscheiden. Diagnostisch ist es daher in dieser Phase von unschätzbarem Wert, dank minimal- oder noninvasiver Therapie nunmehr auftretende Beschwerden eindeutig als Folge okklusaler Adaptationsschwierigkeiten einordnen und entsprechend zielgerichtet behandeln zu können.

Darüber hinaus entfallen auch die kranio-mandibulären Strukturen stark belastende lange andauernde Präparationssitzungen. Dies wiederum verringert das Risiko, dass sich infolge der Therapieumstände die Kieferposition unter der Behandlung selbst wieder dauerhaft verändert. Der vermeintliche Zeitvorteil durch den Wegfall der lange andauernden Präparationssitzungen wird dabei leider mehr als ausgeglichen durch den enormen Zeitaufwand, die extreme Schwierig-

keit der volladhäsiven Befestigung speziell derartiger Restaurationen und die erforderlichen Folgetermine zur Nachsorge (Politur der Restaurationsränder, mehrfache Kontrolle und Feinadjustierung der Okklusion).

Möglichkeiten der Kombination verschiedener Verfahren

Aus didaktischen Gründen wurden die verschiedenen möglichen Verfahren oben getrennt voneinander vorgestellt, aber in der Praxis ist es unter Umständen zweckmäßig, sie im Einzelfall miteinander zu kombinieren. Speziell im Frontzahnbereich kann dies sinnvoll sein, um verschiedene, sonst unvereinbare Ziele zu erreichen. Das betrifft etwa Behandlungen mittels Repositions-Onlays, bei denen beispielsweise im Prämolarenbereich die zervikalen Ränder minimalinvasiv präpariert sind, um stufenlose Übergänge an den zervikalen Rändern der Keramik sicherzustellen.

Eine andere Umsetzungsform kombiniert noninvasive definitive glaskeramische Repositions-Onlays im Seitenzahnbereich mit noninvasiven semipermanenten indirekten Repositions-Veneers aus Komposit im Front- und Eckzahnbereich. Dieses Vorgehen ermöglicht es, zunächst eine entlastete Kieferposition ohne das Risiko eines Präparationstraumas in einem Schritt einzeitig zu übertragen. Später – nach funktioneller Adaptation des Patienten an die neue Situation – werden dann im Front- und Eckzahnbereich die semipermanenten Restaurationen durch minimalinvasive präparierte Restaurationen aus Glaskeramik ersetzt³¹⁻³³.

Natürlich wäre es denkbar, bei dieser hochkomplexen Behandlung auf den Teilschritt des Einsatzes der semipermanenten indirekten Repositions-Veneers im Front- und Eckzahnbereich aus Kostengründen zu verzichten. Die Erfahrung der Autoren hat jedoch gezeigt, dass in solchen Fällen die funktionelle Adaptation durch den sensorischen Ausfall der Front-Eckzahnführung deutlich erschwert ist. Die Folgen sind erhöhte mechanische Belastungen der neuen Seitenzahnrestaurationen und dysfunktionell verursachte, schwer beherrschbare Schmerzen im Bereich der dann zeitweise in der Dynamik führenden Prämolaren (Gruppenführung).



Alternative einer klassischen invasiven restaurativen Behandlung

Dessen ungeachtet kommt es in der Praxis regelmäßig vor, dass zunächst eine Funktionstherapie zum Stabilisierung der Funktion des kranio-mandibulären Systems erfolgte, obwohl schon vorher absehbar war, dass später zum langfristigen Zahnerhalt restaurative Behandlungen defekter bzw. kariöser Zähne notwendig sein würden. Dabei kann es im Einzelfall sinnvoll erscheinen, die restaurative Behandlung zunächst zurückzustellen, um zu prüfen, ob im Verlauf der Funktionstherapie eine Änderung der Kieferposition eintritt. In jenem Fall würden nach Abschluss der Funktionstherapie beide Behandlungsziele in einer restaurativen Behandlung gemeinsam verfolgt.

Nach den Erfahrungen der Autoren birgt gerade diese Kombination einer restaurativen Behandlung mit einer Okklusionsveränderung besonders große Behandlungsrisiken. Dies ist dadurch zu erklären, dass zu den üblichen Risiken aus der prothetischen Behandlung (Präparationstrauma, Reaktion auf Zementierung bzw. adhäsive Befestigung, Adaptation an den neuen

Zahnersatz) diejenigen aus der Adaptation an die neue Kieferrelation und Okklusion hinzutreten. Da die Reaktion des Organismus auf die neue Okklusion zusätzlich die afferenten Systeme belastet, erhöht sich nach Auffassung der Autoren das Risiko überadditiv.

Möglichkeit einer vorherigen Testung mit einer angepassten Schiene?

Um hinterher sicherzustellen, dass der Patient mit der geplanten vertikalen Dimension zurechtkommt, ist es klinisch extrem hilfreich, die letzte Okklusionsschiene in der eingestellten Kieferposition sowie der geplanten vertikalen Dimension zu justieren und dabei die Okklusion so weit wie möglich im Sinne einer Positionierungsschiene auszubilden, um dem Patienten auf diese Weise bereits das Gefühl der späteren gegenseitigen Verriegelung der Zahnreihen zu vermitteln^{11,13,22,34,35}. Dieses Vorgehen stößt allerdings an seine Grenzen, wenn in beiden Kiefern die Kauflächen stark abradert sind, weil hier die entsprechende Verriegelung nur mit der Anpassung beider Kiefer simuliert werden kann¹⁴.

Literatur

1. Ahlers MO. Okklusionsausgleich nach erfolgreich abgeschlossener Initialbehandlung mittels Repositions-Veneers. Bad Homburg: 36. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie (AFDT) in der DGZMK, 2003.
2. Ahlers MO. Was folgt nach erfolgreicher Funktionstherapie mit Okklusionsschienen? Bad Homburg: 45. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT), 2012.
3. Ahlers MO. Determination of vertical dimension when using repositioning onlays for second stage restorative treatment after functional therapy. *Craniomand Func* 2014;6:131-148.
4. Ahlers MO, Freesmeyer WB, Fussnegger M et al. Zur Therapie der funktionellen Erkrankungen des kranio-mandibulären Systems. Gemeinsame Stellungnahme von DGZMK, DGFDT, DGZPW, DGKFO und DGMKG. *Dtsch Zahnärztl Z* 2005;60:539-542.
5. Ahlers MO, Jakstat HA. Richtiges Kauen durch Repositions-Onlays und Repositions-Veneers. *Zahnärztl Mitt* 2013;103(22A):59-66.
6. Ahlers MO, Möller K. Übertragung der Schienenposition mittels Repo-Veneers und Repo-Onlays – aktuelle Weiterentwicklungen. Bad Homburg: 40. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT), 2007.
7. Ahlers MO, Möller K. Labortechnische Herstellung von Repositions-Onlays und -Veneers – Langzeitprovisorische Restauration der Okklusion im Rahmen der Wiederherstellung einer physiologischen Kiefer- und Kondylenposition. *Quintessenz Zahntech* 2010;36:498-511.
8. Ahlers MO, Möller K. Repositions-Onlays und -Veneers zur langzeitprovisorischen Restauration einer physiologischen Kiefer- und Kondylenposition. *Quintessenz* 2011;62:211-222.
9. Ahlers MO, Mörg G, Blunck U, Hajtó J, Pröbster L, Frankenberger R. Guidelines for the preparation of CAD/CAM ceramic inlays and partial crowns. *Int J Comput Dent* 2009;12:309-325.
10. Ahlers MO, Vahle-Hinz K, Rybczynski AM, Jakstat HA. Semipermanente und permanente Übertragung der Schienenposition mittels Repositions-Onlays und -Veneers: Varianten und Überlebensdauer. Bad Homburg: 44. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT), 2011.
11. Ash MM Jr, Ramfjord SP. Reflections on the Michigan splint and other intraocclusal devices. *J Mich Dent Assoc* 1998;80:32-35, 41-46.
12. Attin T, Filli T, Imfeld C, Schmidlin PR. Composite vertical bite reconstructions in eroded dentitions after 5.5 years: a case series. *J Oral Rehabil* 2012;39:73-79.
13. Chacona RL. Enamel loss and occlusal vertical dimension. Causes and considerations for treatment. *Dent Today* 2003;22:92-97.
14. Dyer K, Ibbetson R, Grey N. A question of space: options for the restorative management of worn teeth. *Dent Update* 2001;28:118-123.



15. Edelhoff D, Beuer F, Güth J-F, Brix O. Vollkeramische Restauration. Präparation und Farbnahme. ZWP 2013;19(5):60-64.
16. Edelhoff D, Brix O, Schweiger J. Wieder lächeln können – Rehabilitation eines Dentinogenesis imperfecta-Patienten mit Lithium-Disilikat-Glaskeramik. Reflect 2010(1):13-14.
17. Edelhoff D, Brix O, Stimmelmayer M, Beuer F. Ästhetische und funktionelle Gesamtrehabilitation eines Patienten unter Einsatz von Lithiumdisilikatkeramik – Ein Fallbericht. Quintessenz 2013;64: 623-638.
18. Edelhoff D, Güth J-F, Schweiger J, Maier B, Beuer F. Vorbehandlung komplexer Fälle in der festsitzenden Prothetik – Neue Materialien und Konzepte. DFZ wissen kompakt 2010(4):3-14.
19. Edelhoff D, Schweiger J, Brix O, Güth J-F, Beuer F. CAD/CAM-generierte Restaurationen aus Hochleistungspolymer zur Vorbehandlung komplexer Fälle. Quintessenz 2011;7:625-635.
20. Edelhoff D, Sorensen JA. Zahnhartsubstanz-abtrag in Abhängigkeit verschiedener Präparationsformen für Seitenzähne. Int J Paro Rest Zahnheilkd 2002;22:241-249.
21. Freesmeyer WB. Zahnärztliche Funktions-therapie. München: Hanser, 1993.
22. Hotta TH, Nunes LJ, Quatrini AH, Bataglian C, Nonaka T, Bezzon OL. Tooth wear and loss: symptomatological and rehabilitating treatments. Braz Dent J 2000;11:147-152.
23. Ivoclar Vivadent. IPS e.max Press Verarbeitungsanleitung. Schaaf: Ivoclar Vivadent AG, 2009:12-14.
24. Johansson A, Johansson AK, Omar R, Carlsson GE. Rehabilitation of the worn dentition. J Oral Rehabil 2008;35:548-566.
25. Lundh H, Westesson PL, Jisander S, Eriksson L. Disk-repositioning onlays in the treatment of temporomandibular joint disk displacement: comparison with a flat occlusal splint and with no treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988;66:155-162.
26. Lundh H, Westesson PL, Rune B, Selvik G. Changes in mandibular position during treatment with disk-repositioning onlays: a roentgen stereophotogrammetric study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988;65: 657-662.
27. Mizrahi B. Combining traditional and adhesive dentistry to reconstruct the excessively worn dentition. Eur J Esthet Dent 2008;3:270-289.
28. Schmidlin PR, Filli T, Imfeld C, Tepper S, Attin T. Three-year evaluation of posterior vertical bite reconstruction using direct resin composite – a case series. Oper Dent 2009; 34:102-108.
29. Segner D, Hasund A. Individualisierte Kephalmetrie. Hamburg: Dietmar Segner Verlag und Vertrieb, 1998.
30. Tepper SA, Schmidlin PR. Technik der direkten Bisshöhenrekonstruktion mit Komposit und einer Schiene als Formhilfe. Schweiz Monatsschr Zahnmed 2005;115: 35-47.
31. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 1. Eur J Esthet Dent 2008;3:30-44.
32. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 2. Eur J Esthet Dent 2008;3:128-146.
33. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 3. Eur J Esthet Dent 2008;3:236-257.
34. Voller RJ. Full-mouth restoration with TMJ involvement: a case report. Dent Today 1999;18(9):90-95.
35. Yip KH, Chow TW, Chu FC. Rehabilitating a patient with bruxism-associated tooth tissue loss: a literature review and case report. Gen Dent 2003;51:70-74; quiz 75-76.