

Rekonstruktion der Vertikaldimension der Okklusion mit silikatkeramischen Restaurationen

Daniel Edelhoff, Otto Prandtner, Josef Schweiger, Michael Stimmelmayer, M. Oliver Ahlers

Indizes

Komplexe Rehabilitation, Vertikaldimension der Okklusion (VDO), Analyse, Wax-up, zahnfarbene Simulationsschienen, minimalinvasive Präparation, Lithiumdisilikatkeramik

Zusammenfassung

Pathologischer Zahnverschleiß ist in den Zahnarztpraxen ein Problem von zunehmender Bedeutung. Versursacht wird es durch einerseits längerfristigen Zahnerhalt bis ins höhere Alter – die Anzahl der Restzähne bei jungen Senioren ist nach den Ergebnissen der Sechsten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS • 6) nochmals signifikant gestiegen; die Zähne stehen also deutlich länger in Funktion. Andererseits nehmen erhebliche Zahnhartsubstanzschädigungen infolge von Erosion als Biokorrosion, Attrition und Abrasion deutlich zu. Diese Schädigungen weisen eine andere Defektmorphologie auf als kariöse Läsionen und können bei generalisiertem Auftreten mit einem Verlust der Vertikaldimension der Okklusion (VDO) verbunden sein. Vor diesem Hintergrund haben sich in den letzten Jahrzehnten die restaurativen Behandlungskonzepte erheblich differenziert. Bei erheblichem Zahnverschleiß erlauben additiv ausgerichtete Ansätze eine wiederherstellende Restauration. Hinzu kommen Modifikationen traditioneller Vorgehensweisen wie die vorherige Definition des Behandlungsziels mithilfe eines diagnostischen Wax-ups und dessen klinische Überprüfung durch mono- oder bimaxilläre Simulationsschienen (Münchener Schienenkonzept). Das Wax-up dient zudem als Orientierung für die nachfolgende Zahnpräparation und ermöglicht ein besonders ökonomisches Vorgehen beim Abtrag gesunder Zahnhartsubstanz. Im vorliegenden Artikel werden die Prinzipien der Rekonstruktion der VDO mit indirekten Restaurationen dargestellt.

Manuskripteingang: 03.08.2025, Manuskriptannahme: 09.10.2025

Einleitung

Zahnerhalt und Zahnverschleiß

Patienten behalten ihre Zähne heute sehr viel länger. So zeigen die Daten der Sechsten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS • 6) im Vergleich zur DMS III eine signifikant höhere Anzahl der Restzähne im fortgeschrittenen Alter: Jüngeren Senioren (Altersgruppe der 65- bis 74-Jährigen) fehlten 2022 im Durchschnitt 8,6 eigene Zähne; im Jahr 1997 waren es noch 14,1 Zähne¹. Damit war 2022 nur

noch jeder zwanzigste jüngere Senior zahnlos; 1997 war es noch jeder vierte. Zudem bestätigen die Daten der DMS • 6 den bereits in der DMS V beschriebenen Trend zur rückläufigen Karieserfahrung jüngerer Altersgruppen.

Der längere Zahnerhalt kariesfreier Zähne ist ausgesprochen erfreulich, schafft jedoch neue Herausforderungen durch die Gefahren zunehmendem Zahnhartsubstanzverlustes infolge von Erosionen (Biokorrosion), Attritionen und Abrasionen². Diese Effekte werden durch den längeren Funktionszeitraum der Zähne offenbar verstärkt³ (Abb. 1 und 2).



Abb. 1 Erheblicher Zahnverschleiß, überwiegend chemisch (extrinsisch) verursacht infolge eines übermäßigen Konsums von säurehaltigen Softdrinks bei einem 22-jährigen männlichen Patienten.



Abb. 2 Moderater Zahnverschleiß, überwiegend mechanisch verursacht bei einem 53-jährigen männlichen Patienten infolge von Bruxismus mit Verlust der Front-Eckzahn-geschützten Okklusion.

Behandlungsindikationen bei Zahnverschleiß

Vor diesem Hintergrund hat eine europäische Arbeitsgruppe schon vor längerer Zeit Empfehlungen zur Einordnung von Zahnverschleiß mit dem Tenor veröffentlicht, physiologischen Zahnverschleiß von pathologischem Zahnverschleiß zu unterscheiden. Pathologischer Zahnverschleiß ist dabei über den physiologischen Substanzverlust hinaus gekennzeichnet durch Beschwerden oder Schmerzen, funktionelle und/oder ästhetische Beeinträchtigungen oder die Einschätzung, dass bei weiterem Zuwarten eine therapeutische Intervention noch schwieriger wird⁴. Hintergrund dieser Empfehlungen ist die Überlegung, dass restaurative Interventionen möglichst lange herausgezögert werden sollten, da sie gewöhnlich nicht mehr rückgängig zu machen sind und selbst ebenfalls dem Verschleiß unterliegen⁴.

In diesem Sinne haben sich in den letzten Jahren die restaurativen Behandlungskonzepte erheblich differenziert². Traditionelle Versorgungskonzepte werden aufgrund des mit Kronen- oder Brückenpfeilerpräparation verbundenen hohen Zahnhartsubstanzauftrags zunehmend kritisch betrachtet und es wird versucht, diese invasiven Maßnahmen möglichst zu vermeiden oder zumindest in ein höheres Lebensalter zu verschieben⁵.

Eine Entscheidung zugunsten einer restaurativen Therapie zum Ersatz verloren gegangener Zahnhartsubstanz im indirekten Verfahren ist dabei in der Regel erst bei pathologischem Zahnverschleiß indiziert^{4,6}. Beruht die Indikationsstellung allein auf Zahnverschleiß, so erfordert dies eine entsprechende Diagnostik des Zahnverschleißes zur Prüfung, ob tatsächlich das indirekte Verfahren zum Einsatz kommen muss oder ob nicht eine weniger invasive direkte Therapie durchgeführt werden kann⁴. Es ist dabei

allerdings nicht zielführend, für die restaurative Intervention bis zum erkennbar maximalen Zerstörungsgrad der Zahnhartsubstanz zu warten, da verbliebene Zahnschmelzanteile eine dauerhafte und sichere adhäsive Anbindung der neuen Restauration erlauben. Benötigt wird daher ein valides Instrumentarium zur Erfassung von Zahnverschleiß.

Diese Anforderung erfüllt aktuell am besten das mehrstufige „Tooth wear evaluation system“ (TWES) 2.0⁷. Es ermöglicht in 2 Schritten zunächst ein Zahnverschleiß-Screening und bei „positivem“ Ergebnis (TWES-Grad 2 und mehr) einen Zahnverschleiß-Status zur detaillierten Erfassung und Einteilung des Ausmaßes des Zahnverschleißes in unterschiedliche Destruktionsgrade pro Zahn^{6,8}. Ab dem TWES 2.0 wird dies entsprechend der o. g. Vorgaben ergänzt durch eine Erfassung von Anzeichen für pathologischen Zahnverschleiß sowie eine Auswertung von Hinweisen zu den zugrunde liegenden Ursachen⁷. Auf dieser Grundlage kann ein Monitoring hinsichtlich der Zahnverschleiß-Progression erfolgen und eine differenzierte Entscheidung über erforderliche restaurative Behandlungen getroffen werden. Letztere sind bei erheblichem pathologischem Zahnverschleiß sinnvoll, also ab einem TWES-Grad 3 (entsprechend einem Verlust von mehr als einem Drittel der klinischen Krone) in Verbindung mit mindestens einem Symptom für pathologischen Zahnverschleiß.

Die Betroffenen profitieren davon nicht nur in Bezug auf den Erhalt der betreffenden Einzelzähne. Es konnte auch nachgewiesen werden, dass Patienten mit starken funktionellen und ästhetischen Problemen nach restaurativer Intervention eine signifikante Verbesserung ihrer Lebensqualität empfanden⁹. Diese Verbesserung bezog sich auf die orofaziale Erscheinung, das orale Wohlbefinden,

die generelle Leistungsfähigkeit und die Kaufunktion wie auch auf eine Schmerzreduktion¹⁰.

Direkte vs. indirekte Restaurationen

Bei der Wahl der restaurativen Intervention empfiehlt es sich daher, additive Vorgehensweisen einem subtraktiv ausgerichteten restaurativen Konzept vorzuziehen. Dabei sollten bei kleineren Defekten und jüngeren Patienten nach Möglichkeit Restaurationen mit Kompositen im **direkten** Verfahren erfolgen, da diese geringere Kosten verursachen und minimalinvasiv zu verarbeiten sind. Einer Studie nach Schmidlin et al. zufolge sind die Ergebnisse mit direkten Restaurationen initial gut¹¹. In klinischen Nachuntersuchungen der gleichen Arbeitsgruppe konnte allerdings gezeigt werden, dass direkte Seitenzahnrestaurationen aus Kompositen bei komplexen Rehabilitationen nach mehr als 5,5 Jahren eine deutlich sichtbare Verschlechterung der Oberflächenbeschaffenheit, der anatomischen Form und der Randqualität aufweisen¹². Die Überlebensrate von Komposit als Restaurationsmaterial bei komplexen direkten Rehabilitationen hängt dabei von der Zahnlokalisierung ab und ist bei Molaren am ungünstigsten¹³. Zudem ist sie im Einzelfall abhängig von der mechanischen Beanspruchung und der chemischen Biokorrosion.

Im Gegensatz dazu ermöglichen **indirekte** Restaurationen – z. B. aus Silikatkeramik – eine sicherere und stabilere Umsetzung der Okklusion. Wenn sie umfangreicher sind, können zudem die spätere Formstabilität und Ästhetik besser kontrolliert werden – was allerdings mit höheren Kosten verbunden ist¹⁴. In den letzten Jahrzehnten hat sich dabei die Invasivität indirekter Restaurationen deutlich verringert. Dies belegen Messungen des Substanzabtrags in Abhängigkeit von verschiedenen Präparationsgeometrien: Für Vollkronen sowohl im Front- als auch im Seitenzahnbereich müssen bis zu 70 % der Zahnhartsubstanz der klinischen Krone abgetragen werden, wohingegen der Substanzabtrag bei Teilkronen und Okklusionsschienen nur halb so groß ist^{15,16}. Diese Erkenntnisse beeinflussen zunehmend die Therapieauswahl für indirekte Restaurationen¹⁷.

Da sich die neuromuskuläre und die phonetische Akzeptanz einer wiederhergestellten Vertikaldimension der Okklusion (VDO) im Vorfeld nicht verlässlich abschätzen lässt, ist es ratsam, sie zuvor zu erproben. Hierfür sind verschiedene Optionen verfügbar, darunter die Einprobe und ggf. Feinadjustierung eines diagnostischen Wax-ups. Um jedoch die neuromuskuläre Reaktion zu ermitteln, ist eine

längere Überprüfung im Sinne einer funktionellen und wenn möglich auch phonetischen sowie ästhetischen „Probefahrt“ erforderlich. Hierfür sind verschiedene Behandlungstechniken etabliert, die im Folgenden kurz dargestellt werden:

Klassische Vorbehandlung mit Positionierungsschienen

Die klassische Vorbehandlung beruht auf dem Tragen einer Okklusionsschiene, die zum einen die geplante Kondylenposition und zum anderen die vorgesehene vertikale Dimension einstellt. Die Vorteile der klassischen in einem Kiefer getragenen Okklusionsschienen bestehen in den im Vergleich geringeren Kosten und der Möglichkeit, während der Initialtherapie zahntechnische Anpassungen der Okklusion bis hin zu Änderungen der kondylären Position in Abhängigkeit von der funktionellen Situation durchführen zu können. Derartige klassische Relaxierungs- und Positionierungsschienen sind daher weiterhin die Methode der Wahl für die Initialtherapie zur Erzielung von Schmerzfreiheit und zur funktionellen Rehabilitation¹⁸.

Vorbehandlung mit direkten Kompositen als diagnostische Schienen

Grundsätzlich besteht die Option, nach der Initialtherapie mit klassischen Relaxierungsschienen die zu restaurierenden Zähne mit Kompositkunststoffen in Adhäsivtechnik in therapeutischer Kieferposition und der geplanten vertikalen Dimension zu rekonstruieren. Dieser Ansatz kann auf eine dauerhafte Restauration abzielen, mit Einschränkungen bei okklusal sensiblen Patienten oder beabsichtigter Korrektur der Kondylus-Diskus-Fossa-Relation. Oder er fungiert als „festsitzende zahnfarbene Schiene“, die Patienten mit Abrasionsgebissen eine zeitnahe Verbesserung ihrer Situation ermöglicht, zur schrittweisen Adaptation an die wiederhergestellte VDO, zur Überprüfung von Funktion, Ästhetik und der Phonetik als Grundlage einer nachfolgenden Überführung in definitive Restaurationen im indirekten Verfahren. Im ersten Schritt wird dafür auf den in der geplanten therapeutischen Kieferposition und vertikalen Dimension montierten Ausgangsmodellen durch ein Wax-up eine funktionelle Okklusion rekonstruiert – auch diese direkte Technik erfordert daher Vorarbeiten in indirekter Technik. Bei Verlust der vertikalen Dimension wird dabei auch eine natürliche Frontzahnästhetik wiederhergestellt. Im zweiten Schritt werden die Modelle mit den Wax-ups doubliert und auf den Duplikatmodellen okklusal verstärkte Minioplastschienen angefertigt. Diese greifen die

Außenkontur des Wax-ups ab und ermöglichen damit am Patienten eine weitgehend formgetreue Übertragung in adhäsiv befestigte Kompositrestaurationen¹⁹. Die Kompositrestaurationen können während der Erprobungsphase bei Bedarf im Sinne von Reparaturrestaurationen modifiziert werden, bis eine zufriedenstellende Situation erreicht ist.

Simulationsschienen aus CAD/CAM-gefrästen Polymeren

Die Möglichkeit der Erprobung einer geplanten Okklusion und Vertikaldimension verfolgt auch die Behandlung mit zahnfarbenen Simulationsschienen. Diese werden ebenfalls auf der Grundlage eines diagnostischen Wax-ups konstruiert, dann allerdings vollanatomisch aus zahnfarbenem Polycarbonat gefräst und ausgearbeitet. Sie entsprechen daher hinsichtlich ihrer Funktion und Ästhetik annähernd der späteren Restauration – mit dem Unterschied, dass sie in der Außenkontur über die vorhandenen Zähne passen und auf diesen Halt finden müssen¹⁸. Diese Form von mono- oder bimaxillären vollanatomischen Simulationsschienen (Münchener Schienenkonzept) genießt bei den Patienten eine hohe Akzeptanz, die dazu führt, dass diese Schienen aufgrund der exzellenten Compliance auch tagsüber zuverlässig getragen werden²⁰. Aufgrund der Materialeigenschaften ist eine Fertigung in sehr dünnen Schichtstärken von 0,3 mm möglich, wobei die Haltbarkeit mit zunehmender Schichtstärke deutlich zunimmt. Die Schienen sind herausnehmbar, sodass die Therapie im Vergleich zu den adhäsiv befestigten Kompositrestaurationen leichter reversibel ist, und sie können 23 Stunden am Tag getragen werden („23-Stunden-Schiene“). Die Mindesttragedauer sollte bei rein präprothetischer Therapie – also ohne die Korrektur kranio-mandibulärer Dysfunktionen



Abb. 3 Der hohe Verschleißgrad der Zähne hat zu einer erheblichen Absenkung der Vertikaldimension der Okklusion (VDO) sowie zu funktionellen, ästhetischen und phonetischen Problemen des Patienten geführt.

(CMD) – 6 Wochen betragen¹⁸. Die bimaxilläre Behandlung ist dabei besonders geeignet für Situationen mit Veränderungen der VDO in der Größenordnung einer Erhöhung des Inzisaltists ab etwa 4 mm. Bei geringeren Veränderungen der VDO bietet ein monomaxilläres Vorgehen Vorteile.

An einem Fallbeispiel werden nachfolgend die Prinzipien der Rekonstruktion der VDO mit indirekten Restaurationen dargestellt.

Falldarstellung

Ein 53-jähriger männlicher Patient stellte sich mit dem Wunsch vor, seine ausgedehnten Zahnhartsubstanzdefekte und die damit verbundenen Veränderungen der Okklusion therapieren zu lassen. Er gab an, zunehmende Empfindlichkeiten auf chemische und thermische Reize wahrzunehmen, und klagte über erhebliche funktionelle und ästhetische Beeinträchtigungen, die durch das Erscheinungsbild seiner Zähne infolge des extremen Destruktionsgrades hervorgerufen würden. Im Vergleich zu seiner Zahnstellung als junger Erwachsener beobachtete er neben erheblichen Formveränderungen eine sich vergrößernde Lückenbildung zwischen den beiden zentralen Inzisivi des Oberkiefers (Abb. 2 und 3). Dies wurde durch Fotos aus früheren Zeiten klar erkennbar belegt. Während der Erhebung des extraoralen Befunds fiel beidseitig eine ausgeprägte Masseterhypertrophie und eine Verkürzung des unteren Gesichtsdrittels mit einer starken Ausprägung der Kinnfurche ins Auge. Beim intraoralen Befund wurden deutliche Zeichen von Parafunktionen in Form zahlreicher Schliiffacetten und traumatischer Frontzahnkontakte (Kopfbiss infolge des Verlustes an VDO) als Hauptursache für den generalisierten Zahnverschleiß identifiziert (vgl. Abb. 2 und 3). Im vorliegenden Fall wurde zunächst versucht, die okklusalen bzw. inzisalen sowie die zervikalen Defekte mit direkten Kompositrestaurationen zu decken. Die Restaurationen erwiesen sich jedoch als nicht ausreichend haltbar. Während die zervikalen Restaurationen an Ort und Stelle verblieben, frakturierten die direkten okklusalen bzw. inzisalen Restaurationen oder gingen verloren. Bedingt durch die extremen Veränderungen der Zahn-morphologie beschrieb der Patient zudem zunehmende phonetische Beeinträchtigungen und Probleme bei der Mastikation.

Ein Zahnverschleiß-Screening zeigte als höchsten Wert den Grad 3 in der Ober- und Unterkieferfront, sodass nach den Vorgaben des TWES 2.0 und deren Übernahme durch



Abb. 4a und b Zahnverschleiß-Screening nach dem „Tooth wear evaluation system“ (TWES) zeigte als höchste Werte den Grad 3 im Ober- und Unterkiefer-Frontzahnbereich (a). Der Zahnverschleiß-Screening nach dem TEWS zeigte im Seitenzahnbereich des Ober- und Unterkiefers vornehmlich den Grad 2 (b).

die Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFD) ein Zahnverschleiß-Status erfolgen sollte. Dieser Zahnverschleiß-Status zeigte eine Defektverteilung mit einem auffälligen Fokus auf den Frontzahnbereich – mit deutlichen Zeichen für pathologischen Zahnverschleiß und Symptomen für überwiegend mechanische Ursachen (Abb. 4 sowie 5a und b). Der Bruxismus-Screening-Index (BSI) der DGFD nach Lange, Ahlers, Mentler, Ottl, Peroz und Wolowski ergab dazu passend ein positives Ergebnis für wahrscheinlichen Bruxismus (Abb. 5c). Die CMD-Basisdiagnostik der DGFD nach Peroz et al. zeigte keinen erweiterten Diagnostikbedarf an.

Die strukturierte Diagnose lautete demnach:

- BRUXISMUS: Schlafbruxismus/Knirschen,
- ZAHNVERSCHLEISS: generalisierter moderater und lokalisierter erheblicher pathologischer Zahnverschleiß, Ursache überwiegend mechanisch und partiell chemisch.
- Die Differenzialdiagnose lautete: Wachbruxismus/Pressen.

Die besonderen Herausforderungen dieser komplexen Rehabilitation bestanden in der Rekonstruktion der VDO, der Rekonstruktion einer adäquaten Funktion und Ästhetik sowie in der Erfüllung des Wunsches des Patienten nach einer zeitnahen Verbesserung der bestehenden klinischen Situation.

Therapieplanung

Neben der ästhetischen Rehabilitation der Zahnmorphologie wurde als Hauptbehandlungsziel die Wiederherstellung einer Front-Eckzahn-geführten dynamischen Okklusion mit einer Rekonstruktion der VDO definiert. Die verloren gegangene Zahnhartsubstanz sollte später durch additiv konzipierte, adhäsiv befestigte silikatkeramische Restaurationen rekonstruiert werden. Priorität hatte für den Patienten eine hohe Langlebigkeit der Restaurationen bei möglichst geringen biologischen „Kosten“ und Kompro-

missen für die Ästhetik. Nach eingehender Beratung und mit dem Hinweis auf eine ausreichend hohe Festigkeit und ein für keramische Werkstoffe vorteilhaftes Abrasionsverhalten entschied sich der Patient für adhäsiv befestigte Lithiumdisilikat-Restaurationen, die im Seitenzahnbereich monolithisch und im Frontzahnbereich mit geringen Verblendanteilen gestaltet werden sollten. Die statischen und dynamischen Okklusionskontakte wurden in der festeren Lithiumdisilikatkeramik lokalisiert. Mit dieser Entscheidung sollte eine ästhetisch und funktionell zufriedenstellende Wiederherstellung der verloren gegangenen Zahnhartsubstanz bei gleichzeitig geringer Invasivität ermöglicht werden.

Um dem Zahntechniker einen ersten Eindruck der Ausgangssituation zu übermitteln, wurden zunächst extraorale (Porträts) sowie intraorale Fotos angefertigt. Zur weiteren Planung wurden Abformungen (Impregum Super Quick, Fa. Solventum, Kamen) beider Kiefer für die labortechnische Herstellung diagnostischer Modelle genommen. Weiterhin wurden Zentrikregistrare erstellt sowie eine arbiträre Gesichtsbogenübertragung durchgeführt.

Nach labortechnischer und klinischer Analyse sowie Abwägung aller Vorzüge und Risiken alternativer Restaurationsmöglichkeiten legten sich der Patient und das Behandlungsteam auf folgenden Therapieplan fest:

1. Erstellen eines analytischen Wax-ups zur Rekonstruktion einer ästhetisch und funktionell adäquaten Zahnmorphologie;
2. ästhetische Evaluierung des Wax-ups intraoral durch den Patienten mithilfe einer diagnostischen Schablone (Mock-up);
3. Übertragung des Wax-ups mit der rekonstruierten VDO in 2 zahnfarbene Simulationsschienen aus Polycarbonat für den Ober- und Unterkiefer zur Exploration von Funktion und Ästhetik mit optionalen Modifikationen;



DGFD
Deutsche Gesellschaft für
Funktionsdiagnostik und -therapie
Die Funktionsgesellschaft

Zahnverschleiß-Status

der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFD)

80000 Patientennummer	John Doe LMU Name, Vorname	02.02.1972 Geburtsdatum	10.3.2025 Untersuchungsdatum
--------------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------------

Verschleißgrade		Sextant 1					Sextant 2					Sextant 3					
bukkal		0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0		bukkal
okklusal/inzisal		2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2		okklusal/inzisal
palatinal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		palatinal
Oberkiefer	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	Oberkiefer
Unterkiefer	48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38	Unterkiefer
lingual		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		lingual
okklusal/inzisal		2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2		okklusal/inzisal
bukkal		0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	1	0	0		bukkal
		Sextant 6					Sextant 5					Sextant 4					

Anzeichen und Symptome für pathologischen Zahnverschleiß

- ☒ Überempfindlichkeit und/oder Schmerz
- ☒ funktionelle Probleme
- ☒ Abbröckeln von Zahnhartsubstanzen/Restaurationen
- ☒ Verschlechterung des ästhetischen Erscheinungsbildes
- ☒ phonetische Beeinträchtigung
- ☐ schnelles Fortschreiten des Zahnverschleißprozesses unter Monitoring
- ☒ Zahnverschleiß in für das Lebensalter untypischem Maße
- ☒ Verlust der vertikalen Dimension der Okklusion infolge von Zahnverschleiß
- ☐ Speichelmenge oder -zusammensetzung ungünstig
- ☒ Fehlende Möglichkeit zur Beeinflussung der ätiologischen Faktoren.

Summe: 8 / 10

Klinische Symptome, die auf den Einfluss chemischer Faktoren hinweisen

- ☒ okklusale Mulden, inzisale Rillen, „Kraterbildung“, Rundung von Höckern und Rillen
- ☐ Verschleiß an nicht okkludierenden Oberflächen, nicht kariöse zervikale Läsionen
- ☐ „erhaben“ wirkende Restaurationen
- ☒ Abflachung konvexer Bereiche / Entstehung von Konkavitäten im Zahnschmelz, Breite > Tiefe der Veränderungen
- ☐ erhöhte inzisale Transluzenz
- ☒ sauberes, nicht „angelaufenes“ Erscheinungsbild von Amalgam-Füllungen
- ☐ Erhalt einer Schmelzmanschette jenseits der Gingiva
- ☒ keine Plaque, Verfärbungen oder Zahnstein
- ☒ Überempfindlichkeiten einzelner oder aller Zähne
- ☐ glatte, seidig-glänzende Optik, matte Oberfläche

Summe: 5 / 10

Klinische Symptome, die auf den Einfluss mechanischer Faktoren hinweisen

- ☒ Vorhandensein glänzender Facetten, flach und glänzend
- ☒ Schmelz- und Dentinverschleiß in gleichem Maße
- ☒ Verschleiß an okkludierenden Oberflächen
- ☐ Fraktur von Höckern oder Restaurationen
- ☒ Abdrücke der Zahnkonturen in Wangen, Zunge und/oder Lippen
- ☒ nicht-kariöse zervikale Läsionen
- ☐ nicht-kariöse zervikale Läsionen sind breiter als tief
- ☐ zervikale Bereiche von Prämolaren und Eckzähnen sind betroffen
- ☒ Auftreten von Rissen im Zahnschmelz
- ☐ Entwicklung eines Torus mandibulae

Summe: 6 / 10

Diagnose

Zahnverschleiß:-
Generalisierter
moderater und
lokalisierter
erheblicher
pathologischer
Zahnverschleiß,
Ursache überwiegend
mechanisch und
partiell chemisch

a

Copyright: Wetselaar | Wetselaar-Glas | Katzer | Ahlers

Abb. 5a bis c Ergebnis des Zahnverschleiß-Status der DGFD nach Wetselaar et al.⁷ mit Durchführung Zahnverschleiß-Status (a und b); Ergebnis des Bruxismus-Screening-Index (BSI) der DGFD nach Lange, Ahlers, Mentler, Ottl, Peroz und Wolowski (c).



DGFD
Deutsche Gesellschaft für
Funktionsdiagnostik und -therapie
Die Funktionsgesellschaft

Durchführung Zahnverschleiß-Status (als erweiterte Diagnostik)

Der Zahnverschleiß-Status beruht auf dem **Tooth-Wear-Evaluation-System** in der 2. Evolutionsstufe („TWES 2.0“).

Die Indikation für die Erhebung des Zahnverschleiß-Status ergibt sich:

- aus einem auffälligen Zahnverschleiß-Screening
- wenn bei kurzer klinischer Untersuchung Zeichen für erheblichen/extremen Zahnverschleiß auffallen
- wenn die Anamnese auf pathologischen Zahnverschleiß hindeutet.

Untersuchung

1. Erfassung von Zahnhartsubstanzverlusten im Bereich der Zahnflächen okklusal, ggf. zudem oral und vestibulär in den Seitenzahnbereichen des Ober- und Unterkiefers sowie der Schneidekanten im Bereich der Ober- und Unterkieferfrontzähne mit Ermittlung des höchsten pro Zahn auftretenden Wertes, basierend auf der Einteilung in der u.a. Tabelle.

Gradeinteilung und zugeordnete Merkmale für den Zahnverschleiß-Status

Grad	Zahn okklusal	Zahn oral/vestibulär	Zahnersatz/Restaurationen oral/vestibulär
0 kein	Kein Zahnverschleiß	Kein Zahnverschleiß	Kein Verschleiß
1 mild	Zahnverschleiß nur im Schmelz	Zahnverschleiß nur im Schmelz	Verschleiß nur in Schmelzmasse
2 moderat	Zahnverschleiß im Dentin $\leq 1/3$ Zahnkrone	Zahnverschleiß im Dentin ≤ 50 % Fläche	Verschleiß ≤ 50 % Fläche
3 erheblich	Zahnverschleiß im Dentin $1/3$ bis $2/3$ Zahnkrone	Zahnverschleiß im Dentin > 50 % Fläche	Verschleiß > 50 % Fläche
4 extrem	Zahnverschleiß im Dentin $> 2/3$ Zahnkrone	Zahnverschleiß im Dentin 100 % Fläche	Verschleiß 100 % Fläche *

* Bei Zahnverschleiß an Restaurationen liegt Grad 4 vor, wenn die betreffende Restaurationsfläche zu 100% geschädigt ist.

2. Erfassung von Merkmalen für pathologischen Charakter von Zahnverschleiß auf Grundlage der umseitigen Merkmale.
3. Erfassung von Merkmalen, die für eine Zuordnung vorliegenden Zahnverschleißes zu chemischen oder mechanischen Verschleißursachen auf Grundlage der umseitig erfassten Merkmale.

Auswertung

Verschleißwerte

Beim Zahnverschleiß-Status erfolgt zunächst die Ermittlung des *höchsten Wertes pro Zahn* aller vorhandenen Zähne.

Generalisierung

Anschließend erfolgt zunächst die Prüfung, wie viele Sextanten von erheblichem Zahnverschleiß betroffen sind. Sofern maximal 2 Sextanten betroffen sind, ist der Zahnverschleiß *lokalisiert*; bei ≥ 3 Sextanten liegt *generalisierter* Zahnverschleiß vor.

Pathologie

Pathologischer Zahnverschleiß liegt vor, wenn – unabhängig von der Verteilung – mindestens moderater Zahnverschleiß ($\geq$ Grad 2) und mindestens ein Pathologie-Merkmal vorliegen.

Ätiologische Faktoren

Sind $\geq 50\%$ der Merkmale für *eine* Ursache (chemisch oder mechanisch) vorhanden und $< 50\%$ der *anderen* Ursache, überwiegt die eine Ursache. Sind für beide Ursachen $\geq 50\%$ der möglichen Merkmale nachweisbar liegen beide (gleichermaßen) vor. Wenn von beide Ursachen $< 50\%$ der möglichen Merkmale bestehen, sind beide teilweise gegeben.

Diagnose

Die Diagnose wird aus vier Bausteinen gebildet:

1. Angabe des höchsten *generalisierten* Zahnverschleiß-Grades (Beispiel: Generalisierter milder Zahnverschleiß)
2. Angabe eines evtl. abweichenden *lokalisierten* Zahnverschleiß-Grades (Beispiel: Generalisierter milder Zahnverschleiß und lokalisiert erheblicher Zahnverschleiß)
3. Angabe, ob der Zahnverschleiß *pathologisch* ist (Beispiel: Generalisierter milder Zahnverschleiß und lokalisiert erheblicher pathologischer Zahnverschleiß)
4. Einordnung der *ätiologischen* Faktoren als überwiegend/gleichermaßen/teilweise gegeben (Beispiel: Generalisierter milder Zahnverschleiß und lokalisiert erheblicher pathologischer Zahnverschleiß, überwiegend mechanisch und teilweise chemisch verursacht).

Literaturhinweise

Wetselaar P, Wetselaar-Glas MJM, Katzer L, Ahlers MO:

Diagnosing Tooth Wear, a new Taxonomy based on the revised version of the Tooth Wear Evaluation System (TWES 2.0). J Oral Rehabil 2020;47:703

Ahlers MO, Wetselaar P: Diagnosing Tooth Wear with the TWES 2.0 in dental practice, CMF - Journal of CranioMandibular Function 12, 3 (2020) 253-272



DGFD
Deutsche Gesellschaft für
Funktionsdiagnostik und -therapie
Die Funktionsgesellschaft

BRUXISMUS-SCREENING-INDEX (BSI)

der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFD)

80000	John Doe LMU	02.02.1972	10.03.2025
Patientennummer	Name, Vorname	Geburtsdatum	Untersuchungsdatum

	Anamnese (A)	ja	nein
A1	Selbstauskunft oder Bericht von Angehörigen über Knirschen oder Klappern mit den Zähnen (1 Punkt)	x	
A2	Beschwerden der Kaumuskulatur wie Missempfindungen, Schmerzen, Ermüdung/vorübergehende Steifigkeit (2 Punkte)		x
A3	Vorübergehende Schläfenkopfschmerzen (2 Punkte)		x
A4	Empfindliche Zähne (2 Punkte)	x	
	Untersuchung (U)	ja	nein
U1	Masseterhypertrophie (2 Punkte)	x	
U2	Kongruente Schliffacetten in exzentrischer Okklusion (2 Punkte)	x	
U3	Zungen- und/oder Wangenimpressionen von Zähnen (2 Punkte)	x	

Bewertung

- ☐ Bruxismus unwahrscheinlich (Null Punkte, A1 bis U3 sind mit „nein“ beantwortet)
- ☐ möglicher Bruxismus (1 Punkt, nur A1 wird mit „ja“ beantwortet)
- ☒ wahrscheinlicher Bruxismus (ab 2 Punkte, einer der Punkte A2 bis U3 wird mit „ja“ beantwortet)

Berechnung des BSI-Wertes: Eine positive Antwort auf die Frage A1 wird mit einem Punkte bewertet; positive Antworten auf die Fragen A2 bis A4, sowie positive Befunde bei den Untersuchungen U1 bis U3 lösen die Bewertung mit jeweils 2 Punkten aus. Der höchste Einzelwert bestimmt den Gesamtwert. Der Gesamtwert sagt nichts über die Intensität des Bruxismus aus.

© Copyright: Lange | Ahlers | Mentler | Ottl | Peroz | Wolowski | 2019

c



Abb. 6 Ein vom Zahntechniker erstelltes Wax-up dient dazu, die ursprünglichen Zahnproportionen und damit die verloren gegangene VDO, Funktion, Ästhetik und Phonetik wiederherzustellen. Die vom Wax-up abgeleitete Tiefziehfolie kann bei additivem Vorgehen auf die geschädigten Zähne aufgesetzt werden.



Abb. 7 Um ein realistischeres Bild für den Behandler und den Patienten zu entwickeln, kann die Tiefziehfolie mit einem Material für die Anfertigung provisorischer Restaurationen gefüllt und nach Isolierung auf die geschädigten Zähne aufgesetzt werden (Mock-up-Einprobe, ästhetische Evaluierung).



Abb. 8 2D-Photogrammetrie: Der Vergleich der Lateralansichten der Ausgangssituation (links) und der Einprobe des Wax-ups (rechts) zeigt die ausgeprägten Veränderungen im Weichgewebeprofil des Patienten. Die Auswirkungen betreffen sowohl das Verhältnis des Obergesichts zum Untergesicht (Prozentangaben) als auch das Seitenprofil des Patienten infolge der veränderten Kinnposition (Winkel der Gesichtskonvexität).

4. nach 3-monatiger komplikationsloser Evaluierungsphase: segmentale Umsetzung der erprobten Kieferrelation in definitive Restaurationen durch quadrantenweise Präparation und wechselseitige Übertragung mit geteilten Okklusionsschienen.

Klinische Schritte

Zunächst wurde das analytische Wax-up aus Schritt 1 am Patienten überprüft (Schritt 2). Hierfür kam eine diagnostische Schablone zum Einsatz (Duran Folie 0,5 mm, Fa. Scheu Dental, Iserlohn), die mit einem direkten temporären Restaurationsmaterial auf Bis-GMA-Basis gefüllt war (Abb. 6 und 7, ästhetische Evaluierung). In diesem Schritt ist auch eine erste vorläufige Kontrolle der neu definierten statischen und dynamischen Okklusion mit Shimstock-Folien möglich.

Einen aussagekräftigen Vergleich der Ausgangssituation und der geplanten Rekonstruktion der VDO (reversibel aufgesetztes Mock-up) vermittelt die Gegenüberstellung von lateralen Gesichtsaufnahmen (Fotos) des Patienten mithilfe der 2D-Photogrammetrie. In der Ausgangssituation findet sich eine paritätische Aufteilung des Obergesichts zum Untergesicht, während der Winkel der Gesichtskonvexität mit 175° auf eine Tendenz zur Angle-Klasse III hinweist²¹ (Abb. 8 links). Die Situation mit dem eingegliederten Mock-up zeigt demgegenüber eine veränderte Aufteilung des Obergesichts (47 %) zum Untergesicht (53 %) sowie eine Reduktion des Winkels der Gesichtskonvexität auf 171° und damit einer Tendenz zur Angle-Klasse I (Abb. 8 rechts). Diese Veränderungen kommen durch die infolge der Mock-up Einprobe bedingte neue Kinnposition in vertikaler und sagittaler Richtung zustande.

Technische Herstellung der Simulationsschienen

Scannen der Modelle

Im zahntechnischen Labor wurden anschließend die Meistermodelle der Ausgangssituation sowie die Duplikatmodelle mit den darauf hergestellten analytischen Wax-ups eingescannt. Um die Modelle im digitalen Artikulator schädelbezüglich positionieren zu können, wurde eine digitale Übersichtsaufnahme durch Einscannen des gesamten Artikulators im Laborscanner angefertigt.

CAD – Konstruktion der bimaxillären Schienen

Zur CAD-Konstruktion der Simulationsschienen wurden für jeden Zahn der beiden Kiefer die Grenzen festgelegt, welche die Länge der Schiene nach zervikal determinieren. Anschließend wurden die Einschubrichtung und die Passungsparameter angelegt. Um eine ausreichende Friktion der Schienen auf den Zahnreihen zu erreichen, wurde ein Hinterschnitt von 0,1 mm in der CAD-Software definiert.

Die eigentliche Schienenkonstruktion erfolgte dann auf der Basis von anatomischen Zahnstrukturen aus der Zahn-datenbank. Diese wurden so auf den vorhandenen Zähnen positioniert, dass sie einerseits in idealer Position über dem jeweiligen Zahn standen, andererseits sich mit der Zahnaußenfläche am eingescannten Wax-up orientierten. Anschließend wurden die digital aufgestellten Zähne an die Zahnflächen der Wax-ups angerechnet, sodass die CAD-Konstruktionen nahezu identisch zu den Wax-ups waren. Die statische und dynamische Okklusion wurde

bereits mit dem analogen Wax-up erarbeitet. Dennoch wurden die Konstruktionen in der CAD-Planung unter Verwendung des digitalen Artikulators mit Frontzahnführungsteller erneut hinsichtlich der statischen und dynamischen Okklusion überprüft und bestehende Fehlkontakte korrigiert, um ein optimales funktionelles Ergebnis zu erzielen.

CAM-Berechnung und maschinengestützte Fertigung

Anschließend wurden die Frässtrategien und die dazugehörigen Werkzeuge definiert. Nach der Berechnung der Fräsbahnen und der Erstellung der NC-Dateien wurden die Schienen auf einer 5-Achs-CNC-Fräsmaschine aus einem zahnfarbenen Polycarbonat (Temp Premium Flexible, Fa. Zirkonzahn, Gais (Südtirol)/Italien) hergestellt.

Ausarbeiten der Simulationsschienen

Das Heraustrennen der Schienen aus dem Fräsrohling nach der CNC-Fertigung und das Verschleifen der Haltestifte erfolgte mithilfe kreuzverzahnter Fräsen. Die Überprüfung der statischen und dynamischen Okklusion erfolgte im teiljustierbaren Artikulator Artex CR (Fa. Amann Girrbach, Pforzheim) unter Berücksichtigung einer Front-Eckzahn-geschützten Okklusion. Um die Schienen aus Polycarbonat effizient zu polieren und einen ausreichenden Glanzgrad zu erreichen, erfolgte eine Vorpolutur mit einer Ziegenhaarbürste und der Polierpaste Acrypol (Fa. bredent, Senden) sowie eine anschließende Hochglanzpolutur mit Polierschwabbel und Abraso Starglanz (Fa. bredent; Abb. 9 und 10).



Abb. 9 Rekonstruktion von Funktion und Ästhetik im zahntechnischen Labor (Frontalansicht): Ausgangssituation in zentrischer Relation (links), Wiederherstellung der Zahnproportionen im Wax-up (Mitte) und die Überführung des Wax-ups in bimaxilläre Simulationsschienen (Münchener Schienenkonzept; rechts).



Abb. 10 Rekonstruktion von Funktion und Ästhetik im zahntechnischen Labor (Okklusalan­sicht).



Abb. 11 Nach dem Wax-up/Mock-up gefertigte CAD/CAM-Simulationsschienen aus Polycarbonat für den Ober- und Unterkiefer (Münchener Schienenkonzept). Durch das „Snap-on design“ können diese Schienen jederzeit ein- und ausgegliedert werden. Dadurch wird eine weitere Behandlung des Patienten unter den Simulationsschienen während der Schienenphase ermöglicht.

Einprobe und Eingliederung

Die polierten Okklusionsschienen weisen eine zahnähnliche Farbe auf und sind bei Belastung relativ flexibel (Abb. 11). Bei der ersten Eingliederung am Patienten zeigten die Schienen eine sehr gute Passung und eine adäquate Retention an der Restzahn­harts­substanz ohne Kippbewegungen bei punktförmiger und einseitiger Belastung.

Am deutlichsten stellten sich die rekonstruierten Anteile der Zahnharts­substanz im Oberkiefer-Front­zahn­bereich dar. Der Patient empfand keinerlei durch die Schienen bedingtes Spannungs­gefühl und war von dem zahnähnlichen Erscheinungsbild der Okklusionsschienen begeistert. Die Ein- und Ausgliederung der Schienen wurde vom Patienten als völlig problemlos beschrieben. Während der Sprechproben zeigten sich keine vorzeitigen Kauflächenkontakte



Abb. 12 Während der Schienentherapie ist eine weitere Feinadjustierung der Ästhetik und Funktion möglich. Im vorliegenden Fall wurde eine Einkürzung der Oberkieferfrontzähne simuliert und realisiert.

im Seitenzahnbereich. Allerdings war die Phonation von S-Lauten in der Anfangsphase der Tragedauer noch nicht perfekt. Bei der Überprüfung der statischen Okklusion mit Shimstock-Folie waren die Kontakte im Frontzahnbereich noch etwas zu stark eingestellt. Durch vorsichtiges Abtragen mit einer fein gezahnten Kunststofffräse konnten diese problemlos reduziert werden. Anschließend wurden die korrigierten Schienenbereiche nochmals poliert und die Schienen eingegliedert. Der Patient wurde in einen engmaschigen Recall eingebunden, in dessen Sitzungen vornehmlich ästhetische und funktionelle Feinadjustierungen vorgenommen wurden. Hierzu wurden auf Wunsch des Patienten die Längen der zentralen und lateralen Schneidezähne des Oberkiefers geringfügig reduziert (Abb. 12). Diese Änderung kann z. B. durch einen Scan der modifizierten Schiene in das Labor übertragen werden.

Am Ende der Erprobungsphase mithilfe der bimaxillären Simulationsschienen wurde eine segmentierte Umsetzung in die definitiven Restaurationen vorgenommen. Im ersten Schritt wurde der erste Quadrant präpariert und die Schiene mittig geteilt, um sie halbseitig im 2. Quadranten zu positionieren. Unter Referenz der geteilten Schiene konnte nun die Kieferrelationsbestimmung im präparierten 1. Quadranten gegen die Unterkieferschiene vorgenommen werden²⁰ (Abb. 13a und 13b). Dieses Vorgehen war möglich, weil im vorliegenden Fall zuvor auf Grundlage des CMD-Screenings und später durch Auswertung der Zentrikregistrat gezeigt wurde, dass eine stabile Kiefergelenkstellung bestand. Danach wurde der 2. Quadrant präpariert und als Referenz für die Erweiterung der Kieferrelationsbestimmung das bereits vorhandene Registrat aus dem 1. Quadranten eingesetzt (Abb. 13c). Die geteilten



Abb. 13a bis c Beispielhafte Darstellung (nicht identischer klinischer Fall) der wechselseitigen Übertragung der mit den Simulationsschienen erprobten Kieferrelation. Im ersten Schritt wurde der 1. Quadrant präpariert und die Oberkieferschiene mittig geteilt, um sie halbseitig im 2. Quadranten zu positionieren. Unter Referenz der geteilten Schiene konnte nun die Kieferrelationsbestimmung im präparierten 1. Quadranten gegen die Unterkieferschiene vorgenommen werden²⁰ (a). Kieferrelationsbestimmung des präparierten 1. Quadranten mit Luxabite (b, links). Mittig geteilte Schiene für den 2. Quadranten, die als Referenz für die Kieferrelationsbestimmung im 1. Quadranten dient²⁰ (b, rechts). Im zweiten Schritt wurde der 2. Quadrant präpariert und als Referenz für die Erweiterung der Kieferrelationsbestimmung das bereits vorhandene Registrat aus dem 1. Quadranten eingesetzt²⁰ (c).



Abb. 14 Modellansicht der fertiggestellten Restaurationen aus Lithiumdisilikatkeramik (Presstechnik). Die Veneers der Eckzähne und die Okklusionsonlays der Seitenzähne wurden monolithisch mit dem Transluzenzgrad HT hergestellt.



Abb. 15a und b Einprobe der Oberkieferfrontzahnrestaurationen 13, 11 und 22 aus Lithiumdisilikatkeramik mit labialer Verblendung. Die Pfeilerzähne 12, 21 und 23 zeigen die Präparationsgeometrien für „Full-wrap“-Veneers mit einer marginalen Hohlkehle von ca. 0,3 mm und umfangreicher Zahnschmelzpräsenz (a). Einprobe der Seitenzahnrestaurationen 36 und 34 aus monolithischer Lithiumdisilikatkeramik (Maltechnik) im 3. Quadranten des Unterkiefers. Die Pfeilerzähne 37 und 35 zeigen die Präparationsgeometrien für Okklusionsonlays. Die okklusale Mindestschichtstärke der Restaurationen betrug 1 mm (b).

Schienen wie auch die Kieferrelationsbestimmungen aus einem Bis-Acryl-basierten Material (Luxabite, Fa. DMG, Hamburg) können anschließend zusammen mit den Abformungen des präparierten Oberkiefers und der unteren Schiene sowie dem Gesichtsbogen an das zahntechnische Labor zur Anfertigung des ersten Teils der definitiven Versorgung weitergeleitet werden.

Es empfiehlt sich, die Kieferrelationsbestimmung aus Luxabite, infolgedessen Volumenschrumpfung zur Erhöhung der Präzision mit einem Aluminium verstärkten Dentalwachs (Aluwax, Fa. American Dental Systems, Vaterstetten) nachträglich zu korrigieren²².

Der Vorteil dieser segmentierten Vorgehensweise – d. h. zunächst nur die Versorgung des Oberkiefers gegen die Unterkieferschiene – besteht u. a. darin, dass bei eventuell erforderlichen Feinadjustierungen der statischen und dynamischen Okklusion diese an der antagonistischen Schiene und nicht an den neu erstellten Restaurationen vorgenom-

men werden können. In Abbildung 15a werden die Präparationen und die Einprobe von „Full-wrap“-Veneers mit „Try in“-Pasten dargestellt. Abbildung 15b zeigt die Präparationsgeometrien für Okklusionsonlays und deren Einprobe mit „Try in“-Pasten. Die verwendete okklusale Mindestschichtstärke betrug 1 mm. Nach adhäsiver Eingliederung der definitiven Restaurationen im Oberkiefer kann die Unterkieferversorgung nach den gleichen Prinzipien zur Übertragung der Kieferrelation mit geteilter Schiene erfolgen. Die mehrmonatige Evaluation des Behandlungsziels über die Simulationsschienen erhöhte die Sicherheit einer solch komplexen Rehabilitation und führte zu einer vollumfänglich zufriedenstellenden Rekonstruktion von Funktion und Ästhetik (Abb. 16). Die Lateralansichten zeigen eine dynamische Okklusion mit wiederhergestellter Front-Eckzahn-Führung (Abb. 17). Abschließend wurde der Patient mit einer CAD/CAM-gefertigten Schutzschiene (PMMA; Frästechnik) für die Nacht versorgt (Abb. 18).



Abb. 16 Frontalansicht nach adhäsiver Eingliederung der Restaurationen während der Protrusion. Die Zahnproportionen wurden unter Berücksichtigung funktioneller, ästhetischer und phonetischer Aspekte rekonstruiert.



Abb. 17a und b Lateralansicht nach adhäsiver Eingliederung der Restaurationen während der Rechtslaterotrusion. Die Rekonstruktion der Front-Eckzahn-Führung führt zu einer Disklusion der Seitenzähne während der dynamischen Okklusion (a). Lateralansicht nach adhäsiver Eingliederung der Restaurationen während der Linkslaterotrusion (b).



Abb. 18 Situation nach Eingliederung einer Oberkiefer-Schutzschiene für die Nacht.

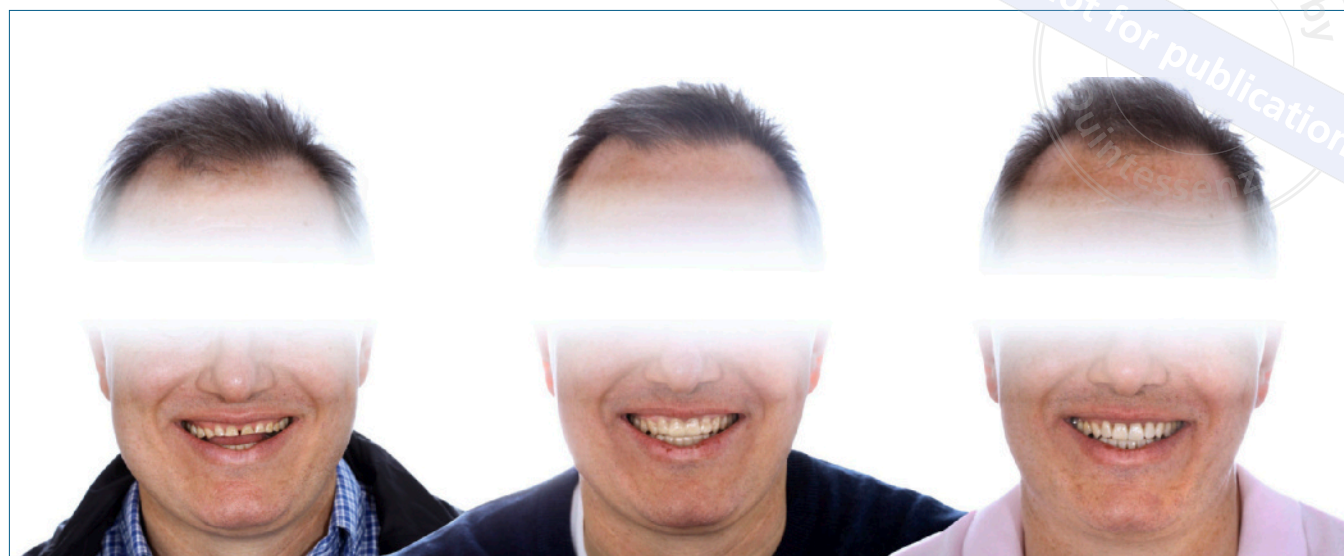


Abb. 19 Vergleich der Ausgangssituation links, der Situation mit eingegliedertem Mock-up (Mitte) sowie der Situation nach Eingliederung der definitiven Restaurationen.

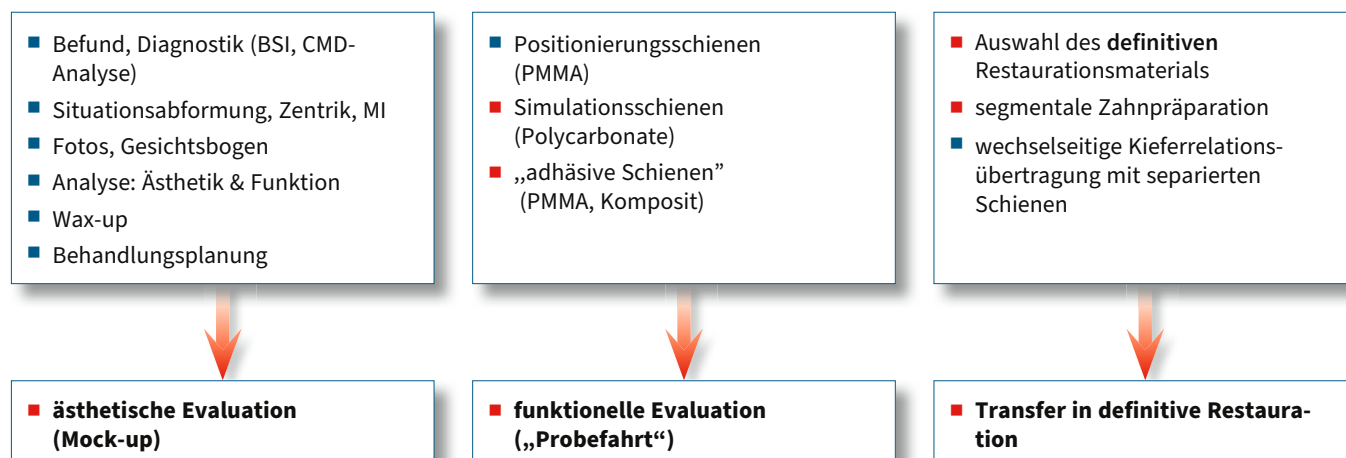


Abb. 20 Übersicht über die Abfolge der Behandlungsschritte bei komplexen Rehabilitationen mit Rekonstruktion der VDO²³.

Durch eine klar strukturierte Vorgehensweise in Einzelschritten von der Ausgangssituation über das Mock-up, zur „Probefahrt“ mit bimaxillären Simulationsschienen bis hin zu den definitiven Restaurationen konnte eine erfolgreiche patientenindividuelle Rekonstruktion mit hoher Vorhersagbarkeit erreicht werden²³ (Abb. 19 und 20).

Diskussion

Die Rekonstruktion der Vertikaldimension der Okklusion (VDO) gehört zu den größten und am meisten diskutierten Herausforderungen der restaurativen Zahnheilkunde²⁴. In der wissenschaftlichen Fachliteratur findet sich eine starke

Evidenz zur Adaptationsfähigkeit des kranio-mandibulären Systems an veränderte Bisslagen²⁵. Demgegenüber besteht jedoch nur unzureichend Evidenz, welche Parameter als verlässliche Leitlinie für eine Rekonstruktion der VDO dienen können²⁶.

Häufig wird die „Ruheschwebelage“ („Interocclusal rest distance“, IRD) als wichtiges Kriterium herangezogen. Sie ergibt sich aus der Differenz der VDO und der „vertikalen Dimension in Ruhe“ („Rest vertical dimension“, RVD)²⁷. Die RVD wird allerdings aufgrund des sich im Laufe des Lebens verändernden Muskeltonus des Patienten als keine konstante Größe betrachtet²⁸. Vor diesem Hintergrund erscheint es von besonderer Bedeutung, dem Patienten die

Adaptation an eine neu rekonstruierte VDO über einen bestimmten Zeitraum reversibel zu ermöglichen¹⁸.

Für eine solche „Probefahrt“ bieten sich – wie auch im vorliegenden Patientenfall dargestellt – herausnehmbare mono- oder bimaxilläre Simulationsschienen an, die über einen mehrwöchigen Zeitraum getragen werden. Hauptvorteile zahnfarbener Simulationsschienen gegenüber konventionellen Positionierungsschienen sind die hohe Compliance des Patienten, die eine zuverlässige Trageweise auch tagsüber ermöglicht, sowie die fast vollständige Übereinstimmung der dreidimensionalen Konstruktion mit der späteren Restauration. Die Exploration von patientenspezifischen Parametern in einer noninvasiven und reversiblen Art und Weise ist damit einfach umsetzbar²⁰.

Zusätzliche Vorteile zahnfarbener Polycarbonatschienen liegen in der möglichen Implementierung chirurgischer (z. B. Extraktionen), parodontalchirurgischer (z. B. Kronenverlängerungen, Rezessionsdeckungen) und implantologischer Eingriffe wie auch endodontologischer und restaurativer Behandlungen (z. B. Revisionen, Füllungsaustausch) im Rahmen der Vorbehandlungsphase. Diese können unter der Simulationsschiene vorgenommen werden, ohne die ästhetischen und funktionellen Aspekte der bereits festgelegten Außenkontur zu verändern.

Hervorzuheben ist die bei den zahlreichen behandelten Patienten zu beobachtende hervorragende Compliance, die in der filigranen Gestaltungsmöglichkeit und der Ausführung in zahnfarbenem Material begründet liegt. Dadurch kann ein reversibles und modifizierbares Abbild der definitiven Restauration nahezu risikolos „Probe gefahren“ und eine hohe Vorhersagbarkeit für umfangreiche definitive Versorgung erreicht werden. Insbesondere bei Farb-, Form- und Stellungskorrekturen in der ästhetischen Zone sind längere Vorbehandlungsphasen unverzichtbar, da wichtige Einflussfaktoren wie die Lippenposition und -dynamik bei der Festlegung der Lachlinie und der Einfluss auf die Phonetik labor- und softwaretechnisch nicht hinreichend beurteilt werden können. Zahnfarbene Okklusionsschienen erfüllen damit während der Vorbehandlungsphase nicht nur funktionstherapeutische Aufgaben, sondern stellen gleichzeitig das zentrale Kommunikationsmedium zwischen dem Patienten, dem Zahnarzt und dem Zahntechniker zur Feinadjustierung des Restaurationsentwurfs dar.

Der gleichzeitige Einsatz von 2 Schienen für den Ober- und den Unterkiefer, welche die im Wax-up festgelegte Okklusionsmorphologie wiedergeben, vereinfacht zudem

die segmentale Überführung komplexer Rehabilitationen in die definitiven Restaurationen, verlangt jedoch eine Mindesthöhung der VDO von 4 mm im Bereich des Inzisalstifts. Nach einer mehrwöchigen komplikationslosen Evaluierungsphase kann beispielsweise der Oberkiefer quadrantenweise präpariert und eine präzise wechselseitige Übertragung der Kieferrelation mit einer geteilten Schiene vorgenommen werden²⁰. Nach Eingliederung der Oberkieferrestaurationen trägt der Patient dann nur noch die Unterkieferschiene. Die abschließende Versorgung des Unterkiefers kann zu einem beliebigen Zeitpunkt bei gleichem Vorgehen erfolgen. Dies schafft hohe Freiheitsgrade in der Therapieplanung und im Therapieablauf.

In der Literatur werden zahlreiche alternative Vorgehensweisen zu dem dargestellten Verfahren beschrieben. Bei der Drei-Schritt-Technik nach Francesca Vailati und Urs Belser beispielsweise wechseln sich direkte klinische und indirekte labortechnische Schritte in einer klar festgelegten Abfolge ab, um ein möglichst gut vorhersagbares ästhetisches und funktionelles Ergebnis zu entwickeln²⁹. Der Fokus liegt hier auf der Restauration der Zahnhartsubstanzen und Ästhetik nach erosiv verursachtem Zahnverschleiß bei funktionell stabilen Patienten. Beim ersten Schritt dominiert die ästhetische Analyse zur Bestimmung der vertikalen Dimension und der Okklusionsebene. Der zweite Schritt dient der Rekonstruktion der Seitenzähne in einer für den Patienten angemessenen vertikalen Dimension. Im abschließenden dritten Schritt wird dann die Frontzahnführung rekonstruiert. Im Vergleich zur eingangs beschriebenen Methode ist dieses mehrstufige Vorgehen aufwendiger; bedingt durch das Ziel einer optimierten Kontrolle über die Ergebnisse. Diese können entweder den Endpunkt der Behandlung darstellen oder zur Vorbehandlung als Grundlage einer segmentalen Überführung in die definitive Versorgung dienen.

Die gesicherte adhäsive Anbindung an den Zahnschmelz und an silikatkeramische Restaurationsmaterialien hat bereits vor Jahrzehnten die Präparationsgestaltung im Seitenzahnbereich erheblich zugunsten der Schonung gesunder Zahnhartsubstanz beeinflusst¹⁶. Diese Restaurationen werden vor allem wegen der geringen Devitalisierungsgefahr für die Pulpa, des schonenden Umgangs mit der Zahnhartsubstanz, der einfacheren Abformung, der besseren Übersichtlichkeit bei der Präparation und adhäsiven Befestigung sowie der geringeren Interferenzen mit der marginalen Gingiva als vorteilhaft angesehen. Onlays aus Leuzit verstärkter Glaskeramik zeigten in einer kon-

trollierten prospektiven klinischen Studie nach 12 Jahren zufriedenstellende Langzeitergebnisse und können auch bei ausgedehnten Zahnhartsubstanzdefekten eingesetzt werden³⁰. In einer weiteren klinischen Studie mit einer Beobachtungsdauer von 12,6 Jahren wurde an vitalen Zähnen eine Misserfolgsquote von 20,9 % ermittelt, während diese an endodontisch behandelten Zähnen 39 % betrug³¹. Die Misserfolgsquoten konnten mit der Einführung von Lithiumdisilikatkeramiken wie IPS e.max Press oder IPS e.max CAD, die gegenüber klassischen Silikatkeramiken eine höhere Biegefestigkeit und Risszähigkeit aufweisen, signifikant verringert werden – bei gleichzeitig geringerer Abtragsrate. Heute gelten okklusale Mindestschichtstärken von 1,0 mm für monolithische Okklusionsonlays (Maltechnik) aus Lithiumdisilikatkeramik aufgrund positiver Langzeitergebnisse als geeignet³². Eine weitere Reduzierung dieser Schichtstärke wird bei entsprechender Unterstützung durch Zahnschmelz diskutiert^{33–35}. Allerdings ist zu bedenken, dass zu geringe okklusale Schichtstärken den Raum zur Feinadjustierungen der statischen und dynamischen Okklusion erheblich einschränken (Perforationsgefahr) und eine ausreichende okklusale Schichtstärke für die in klinischen Langzeitstudien deutlich messbare Abrasion der Lithiumdisilikatkeramik bestehen bleiben sollte³⁶.

Glaskeramische, zirkulär präparierte Veneers („Full-wrap design“) und Okklusionsonlays erscheinen aufgrund ihrer zahnschmelzähnlichen Eigenschaften und des optimalen Grenzflächenverhaltens sehr gut geeignet, um stark abradierte und erodierte Front- und Seitenzähne dauerhaft zu rekonstruieren³⁷. Eine kontrollierte klinische Langzeitstudie zu zirkulär präparierten Veneers („Full-wrap design“) ergab nach einer durchschnittlichen Beobachtungsdauer von 8 Jahren Überlebenswahrscheinlichkeit von 100 % und eine Komplikationsrate von 10 %³⁸.

Die Überlebensrate von keramischen Onlays aus Lithiumdisilikat in der Presstechnik wurde nach einem Beobachtungszeitraum von 9,8 Jahren mit 98,3 % angegeben. Dies entspricht einer geschätzten jährlichen Misserfolgsrate von 0,29 %. Die Misserfolge fanden ausschließlich in der Molarenregion statt³⁹. In einer weiteren prospektiven klinischen Studie eines Teils der Autorengruppe fand sich für Okklusionsonlays aus Lithiumdisilikat eine Überlebensrate von 100 % und eine Komplikationsrate von 10 %. Als technische Komplikationen wurden 4 marginale Verfärbungen und eine Rissbildung im Randbereich der Restauration identifiziert³².

Trotz aller Euphorie über die dargestellten Möglichkeiten ist zu beachten, dass bei den beschriebenen Methoden eine hohe Behandlerabhängigkeit im Hinblick auf die Präparation (vornehmlich im Zahnschmelz), die adhäsive Eingliederung wie auch die abschließenden Maßnahmen zur Feinadjustierung der statischen und dynamischen Okklusion besteht^{30,40}. Die Einhaltung definierter Richtlinien in den verschiedenen klinischen und technischen Behandlungsphasen gilt als Schlüsselfaktor für den klinischen Langzeiterfolg.

Schlussfolgerungen

Für die Rekonstruktion von Funktion und Ästhetik bieten in ausgewählten Fällen bimaxillär eingesetzte Simulationsschienen eine interessante und sichere Vorbehandlungsmöglichkeit, die nach erfolgreicher Adaptation eine vergleichsweise einfache Überführung in definitive Restaurationen zulassen. Defektorientierte Formen von Veneers- und Okklusionsonlays aus hochfester Glaskeramik stellen bei ausgeprägten Zahnhartsubstanzdefekten eine interessante und zeitgemäße Restaurationsform zur Rekonstruktion der Vertikaldimension der Okklusion (VDO) dar.

Literatur

1. Samietz S, Wöstmann B, Kuhr K, Jordan AR, Stark H, Nitschke I. Oral health in the elderly: Results of the 6th German Oral Health Study (DMS • 6). Quintessence Int 2025; 56(11):S112–S119.
2. Jaeggi T, Grüninger A, Lussi A. Restorative therapy of erosion. Monogr Oral Sci 2006;20:200–214.
3. Van't Spijker A, Rodriguez JM, Kreulen CM et al. Prevalence of tooth wear in adults. Int J Prosthodont 2009;22(1):35–42.
4. Loomans B, Opdam N, Attin T et al. Severe tooth wear: European consensus statement on management guidelines. J Adhes Dent 2017;19: 111–119.
5. Raedel M, Hartmann A, Priess HW et al. Re-interventions after restoring teeth – Mining an insurance database. J Dent 2017;57:14–19.
6. Wetselaar P, Lobbezoo F. The tooth wear evaluation system: A modular clinical guideline for the diagnosis and management planning of worn dentitions. J Oral Rehabil 2016;43(1):69–80.

7. Wetselaar P, Wetselaar-Glas MJM, Katzer LD, Ahlers MO. Diagnosing tooth wear, a new taxonomy based on the revised version of the Tooth Wear Evaluation System (TWES 2.0). *J Oral Rehabil* 2020;47(6):703–712.
8. Wetselaar P, Lobbezoo F, Koutris M, Visscher CM, Naeije M. Reliability of an occlusal and nonocclusal tooth wear grading system: Clinical use versus dental cast assessment. *Int J Prosthodont* 2009;22(4):388–390.
9. Sterenborg BAMM, Bronkhorst EM, Westlaw P et al. The influence of management of tooth wear on oral health-related quality of life. *Clin Oral Investig* 2018;22(7):2567–2573.
10. Mehta SB, Loomans BAC, van Sambeek RMF, Pereira-Cenci T, O'Toole S. Managing tooth wear with respect to quality of life: An evidence-based decision on when to intervene. *Br Dent J* 2023;234(6):455–458.
11. 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(1):102–108.
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(1):73–79.
13. Loomans BAC, Kreulen CM, Huijs-Visser HECE et al. Clinical performance of full rehabilitations with direct composite in severe tooth wear patients: 3.5 Years results. *J Dent* 2018;70:97–103.
14. Opdam NJM, Frankenberger R, Magne P. From 'direct versus indirect' toward an integrated restorative concept in the posterior dentition. *Operative Dent* 2016;41(S7):S27–S34.
15. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent* 2002; 87(5):503–509.
16. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22(3):241–249.
17. Murphy F, McDonald A, Petrie A, Palmer G, Setchell D. Coronal tooth structure in root-treated teeth prepared for complete and partial coverage restorations. *J Oral Rehabil* 2009;36(6):451–461.
18. S2K-Leitlinie „Okklusionsschienen zur Behandlung craniomandibulärer Dysfunktionen und zur präprothetischen Therapie“. AWMF-Reg.-Nr. 083-051, 2024.
19. Schmidlin P, Filli T. Direkte Bisshöhenrekonstruktion mit Komposit und Schiene als Formhilfe. *Zahnärztl Mitt* 2006;96:30–34.
20. Edelhoff D, Schweiger J, Prandtner O et al. CAD/CAM splints for the functional and esthetic evaluation of newly defined occlusal dimensions. *Quintessence Int* 2017;48(3): 181–191.
21. Rustemeyer J, Martin A. Soft tissue response in orthognathic surgery patients treated by bimaxillary osteotomy: Cephalometry compared with 2-D photogrammetry. *Oral Maxillofac Surg* 2013;17(1):33–41.
22. Ghazal M, Hedderich J, Kern M. An in vitro study of condylar displacement caused by interocclusal records: Influence of recording material, storage time, and recording technique. *J Prosthodont* 2017;26(7):587–593.
23. Edelhoff D, Stimmelmayer M, Schweiger J, Ahlers MO, Güth JF. Advances in materials and concepts in fixed prosthodontics: A selection of possible treatment modalities. *Br Dent J* 2019;226(10):739–748.
24. Spear F. Approaches to vertical dimension. *Advanced esthetics & interdisciplinary dentistry* 2006;2(3): 2–14.
25. De Boever JA, Carlsson GE, Klineberg IJ. Need for occlusal therapy and prosthodontic treatment in the management of temporomandibular disorders. Part II: Tooth loss and prosthodontic treatment. *J Oral Rehabil* 2000;27(8):647–659.
26. Lassmann L, Calamita MA, Manfredini D. Myths surrounding vertical dimension of occlusion in restorative dentistry: A scoping review. *J Esthet Restor Dent* 2025;37(1): 94–105.
27. The Glossary of Prosthodontic Terms 2023: Tenth Edition. *J Prosthet Dent* 2023;130(4 Suppl 1):e1–e3.
28. Goldstein G, Goodacre C, MacGregor K. Occlusal vertical dimension: Best evidence consensus statement. *J Prosthodont* 2021;30(S1):12–19.
29. Vailati, Belser: Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition. Part 1: *Eur J Esthet Dent* 2008;3:30–44; Part 2: 1128–1146; Part 3: 236–257.
30. Frankenberger R, Taschner M, Garcia-Godoy F, Petschelt A, Krämer N. Leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after 12 years. *J Adhes Dent* 2008;10(5): 393–398.
31. van Dijken JW, Hasselrot L. A prospective 15-year evaluation of extensive dentin-enamel-bonded pressed ceramic coverages. *Dent Mater* 2010;26(9):929–939.
32. Edelhoff D, Güth JF, Erdelt K, Brix O, Liebermann A. Clinical performance of occlusal onlays made of lithium disilicate ceramic in patients with severe tooth wear up to 11 years. *Dent Mater* 2019;35(9):1319–1330.
33. Ma L, Guess PC, Zhang Y. Load-bearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: Finite element and theoretical analyses. *Dent Mater* 2013;29(7):742–751.
34. Sasse M, Krummel A, Klosa K, Kern M. Influence of restoration thickness and dental bonding surface on the fracture resistance of full-coverage occlusal veneers made from lithium disilicate ceramic. *Dent Mater* 2015; 31(8):907–915.
35. Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN, Magne P. Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *J Prosthet Dent* 2011;105:217–226.
36. Güth JF, Erdelt K, Keul C et al. In vivo wear of CAD-CAM composite versus lithium disilicate full coverage first-molar restorations: A pilot study over 2 years. *Clin Oral Investig* 2020; 24(12):4301–4311.
37. Magne P, Douglas WH. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. *Int J Prosthodont* 1999;12(2): 111–121.
38. Liebermann A, Erdelt K, Brix O, Edelhoff D. Clinical performance of anterior full veneer restorations made of lithium disilicate with a mean observation time of 8 years. *Int J Prosthodont* 2020;33(1): 14–21.

39. Malament KA, Margvelashvili-Malament M, Natto ZS et al. 10.9-year survival of pressed acid etched monolithic e.max lithium disilicate glass-ceramic partial coverage restorations: Performance and outcomes as a function of tooth position, age, sex, and the type of partial coverage restoration (inlay or onlay). J Prosthet Dent 2021;126(4): 523–532.
40. Frankenberger R, Reinelt C, Petschelt A, Krämer N. Operator vs. material influence on clinical outcome of bonded ceramic inlays. Dent Mater 2009;25(8):960–968.

**Daniel Edelhoff****Daniel Edelhoff**

Prof. Dr. med. dent.
Poliklinik für
Zahnärztliche Prothetik
Klinikum der
Ludwig-Maximilians-
Universität (LMU) München
Goethestraße 70
80336 München

Otto Prandtner

ZTM
Labor Plattform für feinste
Dentaltechnologie München

Josef Schweiger

ZT, M.Sc.
Poliklinik für
Zahnärztliche Prothetik,
Klinikum der LMU München

Michael Stimmelmayer

Prof. Dr. med. dent.
Poliklinik für
Zahnärztliche Prothetik
Klinikum der LMU München

M. Oliver Ahlers

Priv. Doz. Dr. med. dent.
CMD-Centrum
Hamburg-Eppendorf

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Daniel Edelhoff
E-Mail: daniel.edelhoff@med.uni-muenchen.de

VariStrip™

Vorkonturierte
Frontzahnmatrizen

**Anwendungstutorial**

Dr. Gabriele Conte, Italia

- Konturierte Frontzahnmatrize mit der optimalen Kurvatur und Bandhöhe für alle Restaurationen im Frontzahnbereich.
- Verhindert flache Zahnzwischenräume, schwarze Dreiecke und Stellen, an denen Lebensmittel hängen bleiben.
- Blaue Färbung für Kontrast zwischen Matrize und Zahnstruktur ohne Beeinträchtigung der Komposit-Polymerisation.

Dr. Martin von Sontagh
Österreich

VS01
100 Stück/Pack
€ 119,00*

VS02
50 Stück/Pack
€ 91,00*

Garrison

THE LEADER IN MATRIX SYSTEMS

Tel.: +49 2451 971 409 • Fax +49 2451 971 410
info@garrisonsdental.net • www.garrisonsdental.com

Rufen Sie uns an:
02451 971 409

*Alle Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen zzgl. MwSt. Es gelten unsere AGB.

© 2026 Garrison Dental Solutions, LLC

ADDE326 QZ