

Fokusthema
Implantologie &
Implantatprothetik



Diesen Artikel mit Literaturliste und weitere Beiträge zum Thema finden Sie auch unter pi.dental-online-channel.com/implantologie



Implantatprothetik: Symbiose aus analoger und digitaler Zahnheilkunde

Echtes Teamwork

Ein Beitrag von Dr. Kai Zwanzig und Ztm. Christian Hannker

Umfangreiche prothetische Versorgungungen stellen das gesamte Behandlungsteam immer wieder vor große Herausforderungen. Ästhetik rückt immer mehr in den Fokus, außerdem wünschen sich die Patienten voraussagbare und langlebige Ergebnisse. Vor den Möglichkeiten digitalen Zahnersatzes war vor allen Dingen „Chipping“ ein immer wiederkehrendes Problem für Zahnarzt und Zahntechniker, da abgeplatzte Verblendkeramik zu Verstimmungen bei den Patienten führte. Monolithische Versorgungungen aus Vollkeramik gehören deshalb heute bereits zum Standard, und das nicht nur bei Einzelzahnversorgungen. Immer neue Werkstoffe bieten eine immer besser werdende Ästhetik, die jegliche Diskussionen über monolithische Kronen im Keim ersticken. Auch die Implantologie profitiert von der digitalen Revolution, da sich heute auch sehr komplexe Fälle bereits vor der OP am Computer mit hoher Genauigkeit planen lassen. Mühsame analoge Planung mit hohem Zeitaufwand vor allem für den Zahntechniker entfällt, sodass ein sehr effizienter Workflow hilft, den Zahnarzt auf seinem chirurgischen Weg zu begleiten.

Indizes: Behandlungsplanung, Guided Surgery, digitale Zahntechnik, CAD/CAM, monolithische Versorgungungen

? Fragen zum Patientenfall

Komplexe Fälle stellen eine Herausforderung dar. Was waren die Schwierigkeiten in diesem Fall?

Dr. Kai Zwanzig: Wir mussten quasi von null auf hundert gehen. Man muss schon genau wissen, was man tun muss, um keine Fehler zu machen und auch den Patienten nicht zu überfordern. Der Wunsch war festsitzender Zahnersatz, nachdem jahrelang eine Prothese getragen wurde. Die Patientin scheute weitere große chirurgische Eingriffe und dann war ihr auf einmal auch die Ästhetik sehr wichtig.

Hätte man den Fall auch anders lösen können?

Ich bin sicher, dass wir mit unserer Lösung den effizientesten Arbeitsablauf gewählt haben. Analoge Planung ist sehr zeitaufwendig und deshalb vor allem sehr teuer. Bei den verwendeten Materialien bin ich mir ebenfalls ganz sicher, dass die Arbeit bei guter Pflege und entsprechender Wartung durch die zahnärztliche Praxis viele Jahre halten wird.

Immer wieder wird die Digitalisierung hinterfragt. Neue Techniken scheinen viele Kollegen abzuschrecken oder zu überfordern, sodass der konventionelle analoge Workflow in Praxis und Labor noch weit verbreitet ist. Dabei hilft uns die digitale Zahnmedizin. Richtig angewendet macht sie Arbeitsabläufe effizient, sowohl von der zeitlichen als auch von der monetären Seite.

Überlegungen zum digitalen Workflow

Man sollte gut überlegen, welche digitalen Arbeitsschritte man in den individuellen Workflow integrieren möchte. Die häufigste Frage, die sich momentan vermutlich viele Zahnärzte stellen, lautet: „Wie forme ich ab?“. Konventionelle Abformungen funktionieren seit Jahren mehr oder weniger gut. Studien zeigen, dass die Langlebigkeit einer Restauration maßgeblich von ihrer Passgenauigkeit abhängt. Laut einer Studie sind nur 50 bis 60% aller Restaurationen als klinisch akzeptabel einzustufen [29]. Wer also bereits Probleme bei der konventionellen Abformung hat, sollte erst gar nicht mit einem intraoralen Scan beginnen. Das Wichtigste bei jeder Abformung ist das Sulkusmanagement, da nur die Strukturen abgeformt werden können, die deutlich dargestellt sind. Hier verzichtet der Intraoralscan deutlich weniger Fehler, da die heute gängigen optischen Systeme auf eine klare Darstellung vor

allem der Präparationsgrenzen angewiesen sind. Auch die Art der Präparation spielt eine wesentliche Rolle, da sowohl für den digitalen Scan als auch für den CAD/CAM-gefertigten Zahnersatz Spielregeln eingehalten werden sollten [14,21]. Können die hier möglichen Fehlerquellen ausgeschlossen werden, bietet der Intraoralscan dem behandelnden Zahnarzt eine effiziente Möglichkeit, Einzelrestaurationen in guter Qualität herzustellen. Doch gerade bei komplexen Arbeiten, die einen gesamten Kiefer überspannen, geraten die Systeme im Vergleich zu einer konventionellen Abformung an ihre Grenzen [19,22,48]. Abweichungen in der Dimension bei quadrantenübergreifenden Arbeiten sind in unserem Workflow nicht akzeptabel, obwohl hier zukünftig sicher mit weiteren Verbesserungen zu rechnen ist. Auch die Bissnahme ist bei vollständiger Auflösung der Stützzone ein großes Problem, das noch gelöst werden muss. Nahezu alles andere wird bei uns jedoch rein digital erledigt, da der digitale Workflow dem analogen weit überlegen ist. Vor allem die Zahntechnik profitiert von der zunehmenden Digitalisierung. Die Verwendung vollkeramischer Materialien lässt kaum eine andere Fertigungsweise zu und stellt heute – richtig eingesetzt und angewendet – sicher den Goldstandard dar. Im Seitenzahnbereich setzen wir seit nunmehr sieben Jahren ausschließlich monolithische Restaurationen aus Lithiumdisilikat ein, die adhäsiv verklebt werden. So vermeiden wir

„Chipping“, was uns in den Jahren zuvor immer wieder vor unliebsame Diskussionen mit den Patienten gestellt hat. Auch Brücken werden bei uns im Kauflächenbereich aus Lithiumdisilikat gestaltet, die in ihrer Gesamtheit jedoch als Hybridkonstruktion gefertigt werden. Für die nötige Stabilität sorgt ein Zirkonoxid-Gerüst, das so reduziert konstruiert wird, dass es mit der Lithiumdisilikat-Einheit verklebt werden kann [37]. Monolithische Versorgungen aus Zirkonoxid befriedigen momentan noch nicht unsere ästhetischen Ansprüche. Zudem zeigt eine Studie besseres Verhalten von Lithiumdisilikat-Oberflächen im kautragenden Bereich bei implantatgetragenen Versorgungen [11]. Implantatdesign und -verbindung sind ein weiterer wichtiger Faktor und sollten bei der Planung eine Rolle spielen. Konische Innenverbindungen stellen den Zahnarzt bei der prothetischen Versorgung vor Probleme, da die Repositionsfähigkeit konischer Aufbauteile nie zu hundert Prozent vom Modell in den Mund zu übertragen ist [20]. Deshalb favorisieren wir bei mehreren nebeneinanderliegenden Implantaten oder Implantaten, die mit einer Brücke versorgt werden sollen, Systeme mit sogenannten Butt-Joint-Verbindungen, da diese wesentlich einfacher prothetisch zu versorgen sind (bei einer Butt-Joint-Verbindung liegt das Abutment plan auf der Implantatschulter auf; der Rotationsschutz befindet sich im Implantat). Platform Switching hat ebenfalls eine große Bedeutung, da es helfen

Therapieschritte und involvierte Teammitglieder





01



02

1 Nicht erhaltungswürdige Implantate im vierten Quadranten

2 Ausgeprägter vertikaler Knochendefekt



03



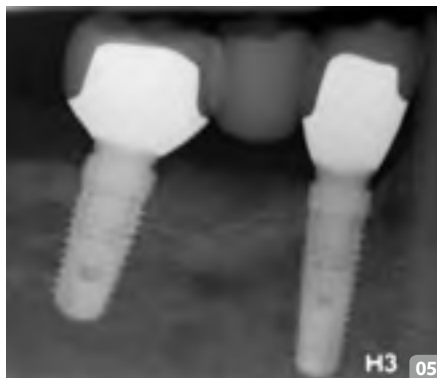
04

3 Zustand nach Augmentation, Implantation und Weichgewebekorrektur

4 Zustand nach freiem Schleimhauttransplantat auf der kontralateralen Seite

5 Röntgenkontrolle nach prothetischer Versorgung

6 Klinischer Befund sieben Jahre nach prothetischer Versorgung



H3 05



06

kann, krestalen Knochen und Weichgewebe zu erhalten. Beim Platform Switching rückt das interimplantäre Interface zweiteiliger Systeme auf die Innenseite der Implantatschulter und hilft so, den Mikropalt weg vom Knochen zu bewegen, um damit der Einstellung der biologischen Breite entgegenzuwirken [18,24]. Damit Platform Switching funktioniert, müssen allerdings biologische Voraussetzungen mit geeignetem Weichgewebemanagement geschaffen werden. Dieses Prinzip greift nur dann, wenn das Weichgewebe eine Dicke von mehr als zwei Millimetern aufweist [26,27].

Der Patientenfall

Die heute 70-jährige Patientin kam erstmals 2009 in unsere Praxis, da sie Probleme mit drei alio loco gesetzten Implantaten im rechten Unterkiefer hatte (Abb. 1). Diese waren nur zwei Jahre zuvor gesetzt worden und wurden von uns als nicht erhaltungswürdig eingestuft. Die Periimplantitis hatte einen ausgeprägten knöchernen und weichgewebigen Defekt hinterlassen, sodass eine einzeitige Implantation nicht möglich war (Abb. 2). In einem ersten Schritt erfolgte eine Verbesserung der Weichgewebesituation, da

keratinisierte Gingiva vollständig fehlte. Eine Naht nach der Augmentation wäre somit unmöglich oder nur mit hohem Risiko einer Dehiszenz möglich gewesen. Um später eine natürliche Kronenlänge zu erreichen, war nicht nur eine horizontale, sondern vor allem auch eine vertikale Augmentation des Knochens notwendig. Die vertikale Komponente betrug dabei fast einen Zentimeter. Um dies zu erreichen wurde eine 3D-Augmentation mit dem SonicWeld-System durchgeführt. Dazu wurden vestibulär und lingual zwei resorbierbare Polylactidschalen mit ebenfalls resorbierbaren



7 Ausgangsbefund im Oberkiefer



8 Okklusalanzeige der nicht mehr funktionstüchtigen Geschiebeprothese



9 Zustand nach Eingliederung des laborgefertigten Langzeitprovisoriums

Pins an den Knochen „geschweißt“ und der entstandene Hohlraum mit einer 50:50 Mischung Knochenersatzmaterial und autologem Knochen aufgefüllt. Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei dem autologen Material hauptsächlich um kortikale Anteile handelte und eine vertikale Augmentation immer mit einem hohen Risiko verbunden ist, wurde das Augmentat zusätzlich mit BMAC (Bone Marrow Aspirat Concentrat) beimpft, um durch die Stammzellen eine zusätzliche osteoinduktive Wirkung zu erzielen. Im Oberkiefer trug die Patientin eine herausnehmbare Arbeit mit einer Freundsituation, die über zwei distale Geschiebe an den endständigen Zähnen 14 und 24 gelöst worden war. Bereits zu diesem Zeitpunkt wiesen wir darauf hin, dass eine Erneuerung des Oberkieferzahnersatzes ebenfalls angestrebt werden sollte, was sie jedoch ablehnte. Wir konnten sie zumindest überzeugen, dass mit dem Stammzellkonzentrat aus der Hüfte, wenigstens auch ein Knochenaufbau im Oberkiefer erfolgen sollte, um nicht das ganze Material zu verschwenden. Dazu war sie bereit, sodass eine simultane Augmentation beider Kiefer in Vollnarkose erfolgte.

Implantation und Prothetik im Unterkiefer 2011

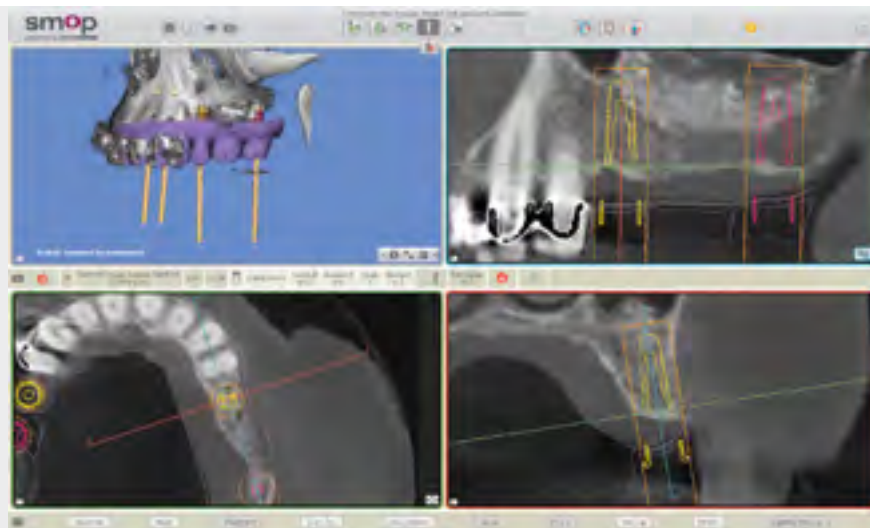
Die Einheilung verlief komplikationslos, sodass sechs Monate später zwei Implantate im Unterkiefer an Position 44 und 46 inseriert werden konnten. Diese wurden nach weiteren drei Monaten mit einer Splitflaptechnik freigelegt, um die Zone

an keratinisierter Gingiva weiter zu verbreitern (Abb. 3). Weichgewebemanagement ist einer der Schlüssel zum Langzeiterfolg bei Implantaten. Schon lange wissen wir, dass ausreichend Knochen im krestalen Bereich eines Implantats vorhanden sein muss, um den Remodelingvorgängen entgegenzuwirken. Zwei Millimeter Knochen ist das Mindeste, was periimplantär erreicht werden sollte [44]. Heute richtet sich der Fokus immer mehr auf das Weichgewebe, da mittlerweile erkannt wurde, dass dünnes Weichgewebe den darunterliegenden Knochen nicht in ausreichender Form vor Resorption schützen kann. Wir streben heute eine Weichgewebisdicke von drei Millimetern periimplantär an, mit einer Zone an befestigter und keratinisierter Gingiva von mindestens zwei Millimetern [1,16,25]. Da bei der Patientin zwei Implantate auf der kontralateralen Seite des Unterkiefers ebenfalls unzureichende Weichgewebeverhältnisse aufwiesen, wurde dort eine Vestibulumplastik mit freiem Schleimhauttransplantat durchgeführt (Abb. 4).

Die prothetische Versorgung erfolgte durch eine vollkeramische Brücke aus Zirkonoxid (damals noch verblendet) auf zwei individuellen Hybridabutments. Dazu wurden zwei Zirkonoxid-Teile hergestellt, die auf einer Titanbasis verklebt wurden. Das Röntgenbild nach Versorgung (2011) (Abb. 5) zeigt die gut osseointegrierten Implantate nach vertikaler Augmentation. Das klinische Bild zeigt sieben Jahre nach Befestigung der Kronen die absolut reizfreie Gingiva ohne nennenswerte Rezessionen (Abb. 6).

Probefahrt mit Langzeitprovisorium im Oberkiefer 2013

Da sich die Situation im Oberkiefer zusehends verschlechterte, war die Patientin 2013 gezwungen, dort ebenfalls „etwas machen“ zu lassen (Abb. 7). Die funktionelle Überlastung hatte zur massiven Absenkung des Bisses geführt, die ausgeleiteten Geschiebe boten der Prothese keinen Halt mehr (Abb. 8). Die alten Kronen auf den Zähnen wiesen einen schlechten Randschluss auf und führten zu Entzündungen der Gingiva. Wir rieten ihr zu einer festsitzenden Versorgung, da es in unseren Augen keinen Sinn macht, in einem Kiefer eine festsitzende Versorgung zu haben, während die Gegenbeziehung herausnehmbar ist. Zudem ist die Überlebensrate von festsitzendem Zahnersatz im Vergleich höher [17]. Hinzu kommt, dass die Wartungs- und Reparaturanfälligkeit und deren Kosten von Zahnarzt und Patient oft unterschätzt werden, vor allem bei Freundsituationen. Weitere große operative Eingriffe konnten wir wegen der vorangegangenen Augmentation der Oberkieferseitenzahnbereiche ausschließen, sodass einer festsitzenden Lösung seitens der Patientin zugestimmt wurde. Um das spätere Ergebnis vor allem in der Funktion beurteilen zu können, wurde ein laborgefertigtes Langzeitprovisorium eingegliedert (Abb. 9). Damit haben wir bereits in der Planungsphase die Erhöhung des Bisses und die Eckzahnführung ausprobiert, die die Patientin nach kurzer Zeit als die ihre akzeptierte. Zudem konnten wir ihr ein ungefähres Bild in Hinblick auf die



10 Virtuelle Implantatplanung in der 3D-Planungssoftware

spätere Ästhetik vermitteln, an der sie wenig auszusetzen hatte. Der nun passende Abschluss der Kronenränder sorgte für ein Abklingen der inflammatorischen Prozesse. Nicht zuletzt versuchen wir in der Planungsphase, alle metallischen Restaurationen in dem zu behandelnden Kiefer zu entfernen, um auf der anstehenden 3D-Aufnahme keine Artefakte zu erzeugen, die die Qualität und Präzision der Aufnahme signifikant verschlechtern [38, 40, 50].

Planung und Implantation im Oberkiefer (2013)

Es wurden eine digitale Volumentomografie (DVT) und ein digitaler Intraoralscan – beides ohne Langzeitprovisorium – angefertigt. Die beiden Datensätze wurden im Labor in eine Planungssoftware eingelesen und gematched. Durch ein digitales Wax-up konnte nun genau

festgelegt werden, welche prothetischen Bedürfnisse der endgültige Zahnersatz erfüllen muss. Durch die prothetische Vorgabe konnte die korrekte 3D-Implantatposition in der Software bestimmt und mit der knöchernen Situation verglichen werden [12] (Abb. 10). Durch die vorangegangene Augmentation war eine prothetisch ausgerichtete Positionierung der Implantate ohne Angulierung möglich; zusätzliche Knochenmanagement-Maßnahmen waren nicht notwendig. Die so bestimmten Implantatpositionen wurden online an ein Fertigungszentrum gesendet, um eine Bohrschablone drucken zu lassen. So bekommt der Zahnarzt eine präzise passende Schablone, die rein digital, also ohne jemals ein physisches Modell gesehen zu haben, geplant und umgesetzt wurde. Die Genauigkeit solcher Schablonen ist, bei Einhaltung gewisser Spielregeln, der von konventionell erstell-

ten Schablonen überlegen, auch was die Herstellungskosten betrifft [33]. Warum diese aufwendige Planung? Aufwändig ist relativ und muss in einer Kosten-Nutzen-Rechnung gegeneinander abgewogen werden. Natürlich kann man die Implantate auch „freihand“ setzen, aber die Nachteile überwiegen.

Ziel war es, die Implantate so minimal-invasiv wie möglich zu inserieren. Das geht am besten, indem man ohne Aufklappung des Zahnfleisches arbeitet. Ohne Full-Guide-Schablone hat der Operateur aber keine Möglichkeit zu überprüfen, ob das Implantat an die richtige Stelle gesetzt wurde. Von einem „blinden“ Vorgehen transgingival ist dringend abzuraten. Studien haben zudem gezeigt, dass Schablonen, die nicht full-guided sind, nicht die notwendige Präzision aufweisen, um die geplante Implantatposition umzusetzen, ohne eventuell auch benachbarte Strukturen zu verletzen [3]. Eine komplette Aufklappung des Zahnfleisches würde zu höherem chirurgischen Aufwand und größeren postoperativen Problemen führen, zudem zieht eine Deperiostierung eine Knochenresorption von bis zu einem Millimeter nach sich [13]. Folglich sollte man, wenn möglich, der lappenlosen Variante den Vorzug geben, da sie die Invasivität deutlich herabsetzt, komplett geführt die höhere Präzision bietet und aktuell als Goldstandard angesehen werden muss [4, 6, 8]. Die Operation wurde in lokaler Anästhesie durchgeführt. Wann immer möglich, versuchen wir das perimplantäre Weichgewebe zu optimieren. Schleimhautstanzungen führen oft zu einer erheblichen Verringerung der Breite an keratinisierter Gingiva. Deshalb



11 Präoperative Okklusalan sicht



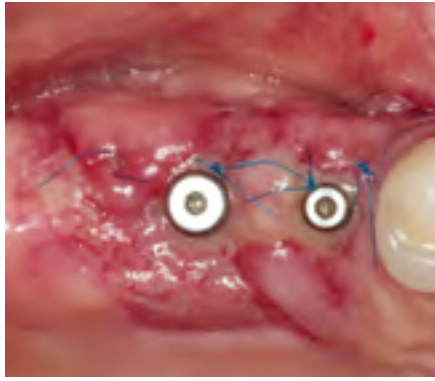
12 Eingesetzte gedruckte Schablone



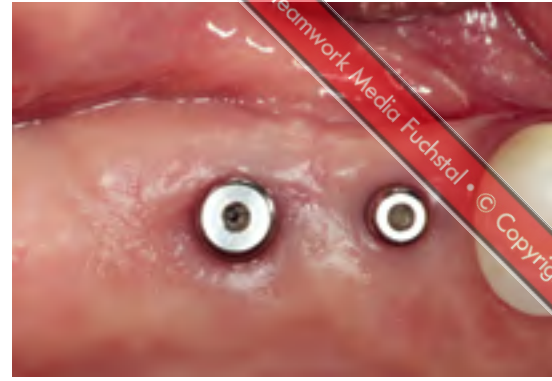
13 Implantate wurden mit der Schablone an der geplanten Position eingesetzt



14 Aufgeschraubte Gingivaformer Implantate 16, 15 mit apikalem Verschiebelappen



15 Zustand nach einer Woche zur Nahtentfernung



16 Nach zwei Monaten vollständig intaktes Weichgewebe



17 Rotierende Stanzung durch die Schablone



18 Eingesetzte Implantate in regio 25, 27 mit vestibulär eingebrachtem Punch



19 Zustand nach einer Woche mit freier Granulation nach Vestibulumplastik mit dem Laser

führen wir solche Stanzungen nur in Gebieten mit ausreichender keratinisierter Gingiva durch, um die periimplantären Weichgewebe nicht zu schwächen und keine späteren Probleme zu provozieren (Abb. 11). Deshalb entschlossen wir uns, im rechten Oberkieferseitenzahnbereich einen Spaltlappen zu präparieren. Es wurde ein suprapariostaler Lappen präpariert, und die beweglichen bindegewebigen Anteile entfernt. Über die Bohrschablone, die über Nacht in einer 0,2%igen CHX-Lösung gelagert wurde, konnten die Bohrungen für die Implantate 16 und 15 full-guided durchgeführt werden. In regio 15 wurde ein 11-mm-Implantat mit einem Durchmesser von 3,8 mm durch die Schablone eingesetzt (Abb. 12 und 13). In regio 16 war im DVT zu erkennen, dass der Alveolarkamm auch die Insertion eines Implantats mit 5 mm Durchmesser zuließ. Bedauerlicherweise ist im momentanen Portfolio der Firma kein Implantat mit der gewollten Geometrie in einer Full-Guided-Version verfügbar, sodass nach Abnahme der Schablone ein 5,0/11 mm Implantat „freihand“ ge-

setzt wurde. Durch die leichte Unterpräparation des Implantatbetts wurde zudem noch das Eindrehmoment und somit auch die Primärstabilität erhöht. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass ein Drehmoment von 50 Ncm nicht überschritten wird, da es sonst zu höheren Knochenresorptionen und gingivalen Rezessionen kommt [31,47]. Unsere persönliche Grenze liegt bei 35 Ncm, wenn wir keine Sofortversorgung anstreben, da Studien zeigen, dass niedrige Drehmomente sich am positivsten auf den marginalen Knochen auswirken [35]. Einheilkappen wurden auf die Implantate geschraubt und der Lappen als apikaler Verschiebelappen im neu gebildeten Vestibulum am Periost fixiert und mit Positionierungsnähten vestibulär der Gingivaformer adaptiert (Abb. 14 und 15). So konnte die Bewegung aus dem Lappen genommen und die Zone an keratinisierter Gingiva um weitere fünf Millimeter verbreitert werden (Abb. 16). Um die interimplantäre Zone zu füllen, wurde ein kleiner gestielter Lappen vom Gaumen mobilisiert und in den Defekt

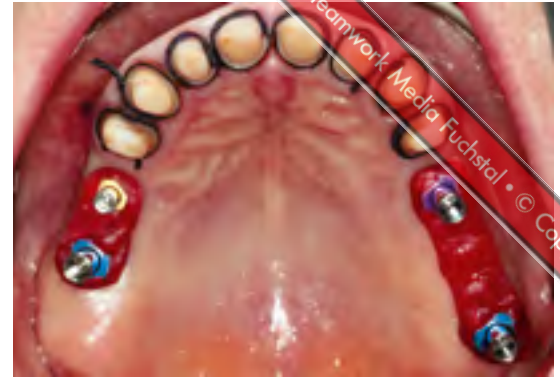
geschwenkt, um dort mehr Volumen zu schaffen. Auf der linken Seite wurden aufgrund der guten Weichgewebeverhältnisse in regio 25 und 27 durch die Schablone mit einer Schleimhautstanze zwei „Punches“ entnommen (Abb. 17). Es folgte die komplett geführte rotierende Aufbereitung der Implantatlager, sodass in regio 25 ein 4,3/11 mm-Implantat inseriert werden konnte. Analog zur rechten Seite erfolgte in regio 27 die Insertion eines 5,0/11 mm-Implantats (Abb. 18). Vor dem Einschrauben der Heilkappen, wurden mit einem Tunnelmesser zwei Tunnel vestibulär regio 25 und 27 präpariert. Die zuvor dort entnommenen „Punches“ wurden mit dem Skalpell entepithelisiert und zur weiteren Verdickung der Gingiva in die Tunnel eingebracht. Da in regio 26 ein Wangenband einstrahlte, wurde mit dem Laser eine Vestibulumplastik durchgeführt, um auch dort ein Minimum an Bewegung zu erreichen. Nach sieben Tagen erfolgte die Nahtentfernung; man erkennt die bereits gut verheilte Wunde regio 15, 16 mit sekundärer Epithelisierung (siehe Abb. 15) (Abb. 19).



20 Perfekte periimplantäre Weichgewebe-verhältnisse vor der prothetischen Versorgung



21 Intraorale Verblockung der Implantate



22 Fertig vorbereitet vor der Abformung – verblockte Implantate und Doppelfadentechnik



23 Silikonabformung – 360 Grad zirkulär erkennbare Präparationsgrenze



24 Aufgeschraubte Bissregistrierpfosten von okklusal



25 Zentrikbissnahme in der korrekten vertikalen Dimension

Definitive Versorgung im Oberkiefer

Die prothetische Versorgung begann vier Monate nach der Implantation (Abb. 20). Die Zähne 14 bis 24 wurden leicht nachpräpariert und für die Abformung mit einer Doppelfadentechnik vorbereitet [7]. Auf den Implantaten wurden Abformpfosten für die offene Abformung verschraubt und intraoral mit einem Autopolymerisat verblockt (Abb. 21 und 22). Wir nehmen eine solche Verblockung immer bei benachbarten Implantaten vor, da wir so den genauen Abstand und die Position auf das Meistermodell übertragen können [5,10,32,39]. Die offene Methode wählen wir deshalb, weil sie zu genaueren Ergebnissen als andere Verfahren führt [2,23,28,34,49]. Die Abformung wird mit einem zuvor angefertigten individuellen Löffel und einem Silikon als Einphasenabformung durchgeführt [30] (Abb. 23).

Nach der Abformung wurde eine Bissnahme in zentrischer Kondylenposition durchgeführt. Dazu wurden auf den beiden endständigen Implantaten zwei Registrierpfosten aufgeschraubt, welche die distale Abstützung der chairside hergestellten Zentrikplatte aus einem Plattenwachs gewährleisten (Abb. 24). Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass die zuvor mit dem Langzeitprovisorium eingestellte Bisshöhe übernommen wird, damit im Artikulator keine Veränderungen mehr vorgenommen werden müssen (Abb. 25).

Die Abformung wurde desinfiziert und zur Modellherstellung an das Labor weitergegeben.

Das prothetische Prozedere im Labor

Alle Abformungen, die ins Labor kommen, werden desinfiziert und mit destilliertem Wasser ausgewaschen. Danach

erfolgt eine Sichtkontrolle der Präparationsgrenzen und der Sitz der Abformpfosten in der Abformung wird kontrolliert. Das Aufschrauben der Modellanaloge erfordert besondere Aufmerksamkeit, um sicherzustellen, dass Abformpfosten und Analog eine spaltfreie Verbindung eingehen. Anschließend wird Zahnfleischmaskenmaterial um den Bereich der Implantate gespritzt, welches so sauber verarbeitet werden muss, dass eine anschließende Korrektur nicht nötig ist. Dieses Vorgehen vermeidet Fehler beim erneuten Auf- und Abschrauben der Modellanaloge. Danach werden zwei Modelle hergestellt. Das erste wird als Sägeschnittmodell vorbereitet, für den zweiten Ausguss wird die Zahnfleischmaske vom ersten Modell reponiert und die Abformung erneut mit Dentalgips Klasse 4 ausgegossen. Es werden beide Modelle mit der Zentrikplatte in einem volljustierbaren Artikulator eingestellt. Der anschließende Splitcast-Test ist

enorm wichtig für die weitere Bearbeitung, und stellt sicher, dass Ober- und Unterkiefer in genau der Relation eingipst werden, die durch die Zentrikplatte vorgegeben ist.

Nachdem alle Maßnahmen der Arbeitsvorbereitung abgeschlossen sind, werden die Modelle mittels Streifenlichtscanner digitalisiert. Bei dem Modellscanner kommt es nicht nur auf die globale Genauigkeit an, das heißt, die Präzision über den ganzen Kiefer, sondern auch auf die lokale Genauigkeit, wie den Bereich der Präparationsgrenze. Hier weisen die uns bekannten am Markt befindlichen Systeme deutliche Unterschiede auf. Gerade scharfe Kanten im Präparationsgrenzbereich werden oft nicht so dargestellt, sondern erscheinen mehr oder weniger stark verrundet. Nachdem die Datenerfassung abgeschlossen ist, wird zuerst ein digitales Wax-up (Abb. 26) erstellt, das die Basis für alle nachstehenden Arbeiten bildet. Dieses kann in einem subtraktiven Verfahren, wie bei diesem Patientenfall

(Abb. 27) über Fräsen in Wachs oder in einem additiven Verfahren, wie dem 3D-Druck, hergestellt werden. Das digital hergestellte Wax-up kann jetzt auf das analoge Modell gesetzt werden und erlaubt dem Zahntechniker die Prüfung der funktionellen, anatomischen und ästhetischen Gegebenheiten. In manchen Fällen entspricht das, was digital am Bildschirm konstruiert wurde, nicht dem, was man sich in der Realität vorgestellt hat. Um die Emergenzprofile zu gestalten, wird das Wax-up auf die Zahnfleischmaske gesetzt und mit einem Stift die Silhouette des zervikalen Bereichs markiert (Abb. 28). Die Anzeichnung dient nun bei der Radierung als äußere Begrenzung. Das Emergenzprofil und die Brückenglieder können so präzise radiert werden (Abb. 29).

Zurück zum Fall: Die Abutments für die zementierte dorsale Versorgung der Patientin sollten im Platform Switch-Design hergestellt werden, um die schon oben beschriebenen Vorteile zu nutzen. Da

es zu diesem Zeitpunkt keine konfektionierten PS-Klebebasen gab, musste auf Esthomic Abutment PS gerade zurückgegriffen werden. Diese Abutments entsprechen jedoch nicht dem Design einer Klebebasis und müssen deshalb aufwendig umgeschliffen und mit einer Rotationssicherung versehen werden, die das spätere Verkleben erleichtert.

Des Weiteren entstanden Probleme bei der erneuten Digitalisierung des Oberkiefermodells mit den individuellen Basen. Es konnten in diesem Fall keine Scanbodys zum Einsatz kommen. Die metallische Oberfläche der Basen musste für den Scanvorgang mit Spray mattiert werden, um die Oberfläche zu erfassen. Bei der Konstruktion der Abutments musste der Schraubenkanal, die Ausrichtung und die Größe des Schraubendurchtritts manuell bestimmt werden (Abb. 30). Bei der Konstruktion mit Scanbodys sind alle Parameter vorgegeben, was die Herstellung wesentlich vereinfacht. Die so generierten STL-Files der Abutments



26 Digitales Wax-up



27 Gefrästes Wax-up



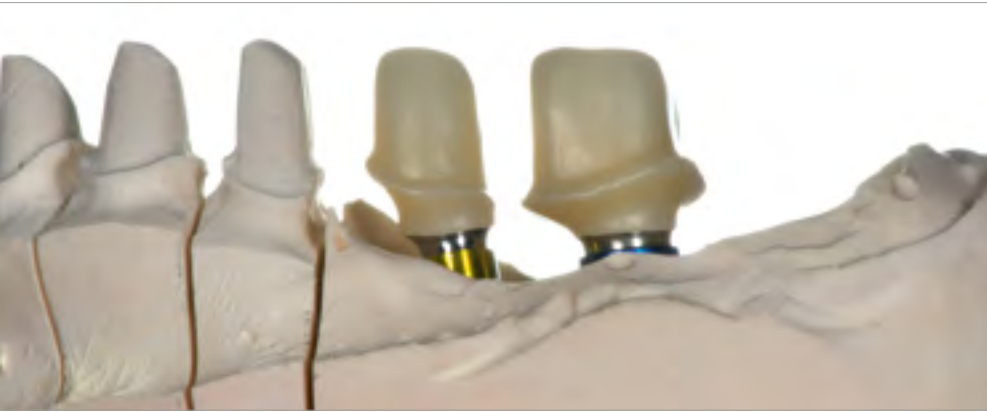
28 Schablone für Emergenzprofil



29 Angezeichnetes Emergenzprofil



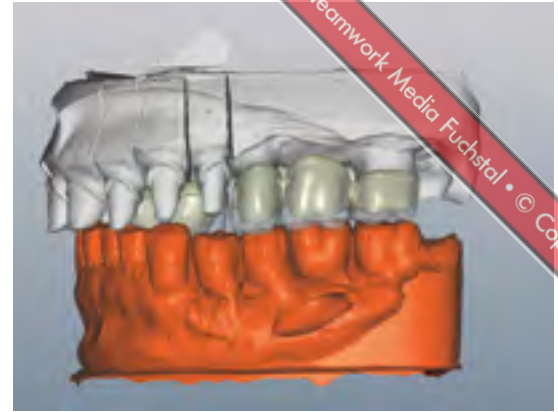
30 Konstruktion des Abutments



31 Abutmentvorbereitung zum Verkleben

wurden in einem CAM-Programm aufgearbeitet und zur Bearbeitung an eine Fräsmaschine gesandt. Nach Beendigung des Fräsvorgangs wurden die Abutments aus dem Rohling getrennt, versäubert und anschließend dem Sinterprozess unterzogen. Für die Abutments verwendeten wir in diesem Fall ein Zirkonoxid der zweiten Generation mit einer Biegefestigkeit von 1200 MPa und einem leichten Farbverlauf. Die Zirkonoxid-Abutments und Metallbasen wurden mit 110 µm Aluminiumoxid und 1 Bar Druck abgestrahlt und anschließend mit einem geeigneten Silan (Monobond Plus) benetzt. Nach Einhalten der Abluftzeit wurden beide Teile vor dem Verkleben mit einem Föhn leicht erwärmt, um die Aktivierung des Silans zu begünstigen und somit den Haftverbund zu erhöhen. Überschüsse des Klebers wurden erst nach der Aushärtung entfernt, um den Kleber nicht aus der Fuge zu ziehen. Anschließend wurden die Abutments nachgefräst und der basale Anteil auf Hochglanz poliert (Abb. 31).

Die Abutments wurden erneut eingescannt, um das Brückengerüst herzustellen. Da es sich auch bei Zirkonoxid um spiegelnde Flächen handelt und die bestmögliche Präzision erreicht werden sollte, kam diesmal ein taktiler Scanverfahren zum Einsatz. Durch das Weglassen eines unter Umständen nicht gleichmäßig aufgetragenen Scansprays erhalten wir mit dem taktilen Verfahren immer wieder die gleiche Präzision. Die Einzelkronen und das Brückengerüst wurden analog des Wax-ups gestaltet. Die Brücken erfordern ein spezielles Design, welches keine Unterschnitte aufweist, um später die Verblendschalen aus Lithiumdisilikat problemlos mit dem Untergestüst zu verlöten (Abb. 32). Die Brücken wurden wie beschrieben aus Zirkonoxid gefräst, gesintert und erneut eingescannt, um die Anatomie mittels monolithischen LS_2 -Kronen zu generieren. Das könnte auch im „Split-file“-Verfahren hergestellt werden, was sich jedoch bei komplexen Brückenversorgungen wie



32 Gerüstdesign ohne Unterschnitte

dieser nicht bewährt hat (Abb. 33). Die Lithiumdisilikat-Kronen wurden in der CAD-Variante hergestellt, dazu wurden die STL-Daten an ein CAM-Programm weitergegeben, in dem die Fräsbahnen für den späteren Schleifvorgang erzeugt wurden. Lithiumdisilikat (LS_2) ist bekanntermaßen ein schwer zu verarbeitender Werkstoff, bei dem es Erfahrung im Umgang mit Maschinen und CAM-Programmen bedarf. Die Werkzeugauswahl beim Schleifen ist entscheidend für die Passung. So wurden alle Kavitäten mit einem 0,5 mm-Schleifstift bearbeitet, um nicht mit einer hohen Fräseradiuskompensation arbeiten zu müssen. Auch die Kauflächen werden mit einem 0,3 mm-Fräser finalisiert, um hinterher möglichst wenig händisch nacharbeiten zu müssen. Die Frontzahnrestorationen wurden vollanatomisch geschliffen, um sie später gezielt für die Cutback-Technik vorzubereiten. Für diese Technik wird ein dichter Rohling als für die Maltechnik verwendet. In diesem Fall kam im Front-

33 Brücke aus Lithiumdisilikat (LS_2)

34 Individuelle Schichtung der Frontzähne



35 Absolut spaltfreie Lötgefüge



36 Abutments im zweiten Quadranten

37 Lateralansicht vor Eingliederung der Kronen

38 Eingegliederte verblockte Implantatkronen



zahnbereich ein LT A1 Rohling zum Einsatz. Für die 4er wurde der MT A1 verwendet, bei den Sinterverbundbrücken kam ein HT A1 Rohling zum Einsatz. Die Seitenzähne wurden ausschließlich bemalt. Die unterschiedlichen Transluzenzen des Materials sorgen später für eine homogene Farbwirkung nach der Fertigstellung. Die Verblendung der teilreduzierten Frontzahnrestaurationen erfolgte in gewohnter Weise (Abb. 34).

Zum Fügen kam ein glasartiges Keramiklot, auf Basis eines silikatischen Materials, welches in zwei Aufmahlungen erhältlich ist, zum Einsatz. Das „DCMhotbond fusio12“ wird für die Verbindung von ZrO_2 und LS_2 genutzt, bei einem Lotspalt von 0,15 mm bis maximal 0,3 mm. Das „DCMhotbond fusio 6“ wird bei einem Lotspalt von 0,1 mm bis 0,15 mm verwendet. Eine Verwendung bei Lotspalten unter 0,1 mm und mehr als 0,3 mm ist kontraindiziert. Der Fügebrand erfolgte wie vom Hersteller empfohlen. Anschließend wurden die Überschüsse mit Diamanten einer feinen Körnung unter Wasserkühlung entfernt. Es erfolgte eine Kontrolle

der Lötfläche unter dem Mikroskop mit 20-facher Vergrößerung, um Fehlstellen zu lokalisieren und beim finalen Glanzbrand zu beseitigen. Die Restaurationen wurden nach dem Glanzbrand poliert und gesäubert. Die Abutments wurden nach dem speziellen Reinigungsverfahren „Finevo Clean System“ [15] gereinigt, verschweißt und an die Praxis geliefert (Abb. 35).

... zurück in der Praxis

Durch die langjährige Zusammenarbeit, die immer gleichen Arbeitsprozessen und die Erfahrung können wir in der Regel auf eine Einprobe verzichten; so auch in diesem Fall. Die Eingliederung erfolgte in lokaler Anästhesie. Da oft die vom Techniker vorgegebenen Emergenzprofile größer und anatomischer sind als die durch konfektionierte Gingivaformer ausgeformten Durchtritte, erweitern und formen wir die Durchtrittsstelle mit rotierenden Instrumenten so aus, dass die Abutments sich mit leichtem Druck in Position bringen lassen (Abb. 36). Wir

erreichen zudem eine frische Deepithelisierung, was den hemidesmosomalen Verbund mit der Zirkonoxid-Oberfläche des Abutments erhöhen sollte [36]. Zu viel Druck führt zu einer irreversiblen Ischämie des Weichgewebes und im schlimmsten Fall zu unkontrollierbarem Gewebeverlust sowie zu Knochenresorption [42].

Die Abutments wurden mit 20 Ncm festgeschraubt und nach weiteren zehn Minuten nochmals mit demselben Drehmoment nachgezogen. In der Zwischenzeit wurden Retraktionsfäden in die Sulci der Zähne 14 bis 24 eingebracht, um für die adhäsive Befestigung der Kronen ein Aufsteigen der Sulcusflüssigkeit zu verhindern. Die Köpfe der Schrauben wurden mit Schaumstoffpellets abgedeckt und die Schraubenkanäle mit lighthärtendem Kunststoff verschlossen (Abb. 37). Nach Anprobe und Überprüfung auf Spannungen wurden zunächst die implantatgetragenen Restaurationen mit RelyX zementiert (Abb. 38). Das macht es einfacher anschließend die Approximalkontakte der restlichen



39 Die Restauration fügt sich harmonisch in das orale Umfeld ein



40 Reizfreie klinische Verhältnisse drei Jahre nach prothetischer Versorgung des Oberkiefers

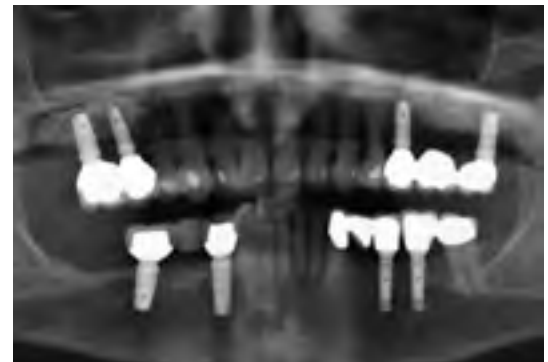
Kronen zu überprüfen. Dies wurde mit Zahnseide geprüft und die perfekte Passung bestätigt. Die Stümpfe wurden mit einem Minisandblaster gereinigt und mit 50 µm Aluminiumoxid angestrahlt, um die Oberfläche anzurauen. So erzielen wir in Kombination mit der adhäsiven Befestigung die besten Haftwerte auf der Dentinoberfläche [41]. Für die Verklebung wurden die Kronen ebenfalls mit Aluminiumoxid von innen ausgestrahlt und mit Monobond Etch and Prime simultan geätzt und silanisiert [9,43,46]. Nach dem Trocknen der gestrahlten Dentinoberflächen wurden diese mit einem Universal-Adhäsiv vorbehandelt und lichtgehärtet [45]. Die vorbereiteten Lithiumdisilikat-Kronen wurden mit einer kleinen Menge Befestigungskomposit befüllt und aufgesetzt. Die Überschüsse wurden mit Schaumstoffpellets entfernt und die Interdentalräume mit Zahnseide gereinigt. Eine weitere Lichthärtung für etwa fünf Sekunden vereinfachte die Entfernung sämtlicher Kompositreste mit dem Scaler. Aufgrund der Dualhärtung des Befestigungskomposits bedurfte es keiner weiteren Aushärtung durch die Polymerisationslampe. Die abschließende Kontrolle der Okklusion zeigte keine nennenswerten Störungen und konnte mit moderaten Korrekturen perfektioniert werden.

Drei Jahre nach der prothetischen Versorgung zeigten sich klinisch und radio-

on der vollkeramischen Komponenten ohne inflammatorische Anzeichen als auch stabile knöcherne Verhältnisse ohne Resorptionen (Abb. 39 bis 41). Die natürliche keramische Schichtung der Frontzahnkronen, die ganz natürlich der Kontur der Unterlippe folgen, lassen die Patientin wieder gerne lachen.

Fazit

Komplexe Fälle bedürfen hoher Aufmerksamkeit vom gesamten Behandlungsteam. Für perfekte Ergebnisse und einen reibungslosen Ablauf sind viel Erfahrung und Know-how erforderlich. Biologische Grundsätze müssen verstanden und eingehalten werden. Die präoperative Planung solcher Fälle ist enorm wichtig und vereinfacht das weitere Prozedere. Der digitale Workflow ist dabei ein unverzichtbares Hilfsmittel, um effektiv voraussagbare Ergebnisse zu liefern. Gerade im Hinblick auf die Möglichkeit, mithilfe der voll geführten Implantation möglichst wenig invasiv und mit der größtmöglichen Präzision Implantate setzen zu können, ist ein enormer Fortschritt, der zu besseren und schnelleren Behandlungsergebnissen führt. Trotzdem darf das nicht dazu verleiten, in implantologische Grenzsituation zu geraten. Guided Surgery ist und bleibt Fällen vorbehalten, in denen Hart- und Weichgewebe nach biologischen Gesetzen in einem implantationsfähigen Zustand sind. Unzurei-



41 Die Röntgenkontrolle drei Jahre nach prothetischer Versorgung zeigt stabile knöcherne Verhältnisse

chendes Knochenangebot und dünnes bewegliches Zahnfleisch wird langfristig zu Misserfolg führen. Bei CAD/CAM-gemertem Zahnersatz stellen vollkeramische Materialien heute den Goldstandard dar. Dabei haben sich im Seitenzahn-bereich monolitische Restaurationen bewährt, die durch richtige funktionelle Belastung quasi keine Frakturen aufweisen. In aufgebautem Knochen des Oberkiefers halten wir verblockte Implantat-restaurationen für eine sinnvolle Variante, um durch die Verblockung mehr Stabilität für die Implantate zu gewährleisten. ■

 **Literaturverzeichnis** unter www.teamwork-media.de/literatur

Die Autoren



Dr. Kai Zwanzig absolvierte sein Zahnmedizinstudium in Münster an der Westfälischen Wilhelmsuniversität. Es folgte ein allgemein Zahnärztliches Jahr mit anschließender dreijähriger Weiterbildung zum Fachzahnarzt für Oralchirurgie. 2007 ließ er sich in eigener Praxis in Bielefeld nieder und spezialisierte sich in den Bereichen Implantologie, plastische Parodontalchirurgie, Funktionsdiagnostik und vollkeramischer Zahnersatz. Dr. Kai Zwanzig referiert im In- und Ausland zu diesen Themen. Seine Praxis ist seit 2014 Hospitations- und Supervisionspraxis der DGI. Er gründete 2017 die Dental Education Academy Bielefeld und führt eigene Fortbildungskurse mit praktischen Übungen für Zahnärzte aus der ganzen Welt durch.

Ztm. Christian Hannker absolvierte 2005 die Zahntechniker-Meisterprüfung in Münster und hospitierte anschließend im Osaka

Ceramic Training Centre in Japan. 2005 gewann er den 1. 3M-Espe Talent Award und machte sich 2006 selbstständig. Im selben Jahr fusionierten die beiden Firmen Bellmann & Hannker und wurden Mitglied in der Dental Excellence Laboratorien Gruppe. Christian Hannker gibt Kurse im Bereich Zahnformen/Zahnschnitzen, Verblend-Keramik, Dentalfotografie und CAD/CAM. Er ist Referent auf zahlreichen nationalen und internationalen Kongressen. Seit 2016 führt er die Hannker Dental GmbH und ist externes Fräszentrum für zahlreiche renommierte Dentallabore in ganz Deutschland.

Kontakt

Dr. Kai Zwanzig
Mauerstraße 8
33602 Bielefeld
info@praxis-zwanzig.de
www.praxis-zwanzig.de

Produktliste

PRODUKT	PRODUKTNAME	FIRMA
Knochenersatzmaterial	Bio-Oss	Geistlich
Stammzellkonzentrat	BMAC	Geistlich
Implantate Unterkiefer	ScrewLine	Camlog
DVT	Pax Zenith	Orange Dental
Intraoralscan	iTero	Align Tec
Planungssoftware	SMOP	SwissMeda
Fertigungszentrum	Dedicam	Camlog/Dedicam
Bohrschablone	Bohrschablone	Camlog/Dedicam
Implantate Oberkiefer	Screw-Line	Camlog
Registrierpfosten	Registrierpfosten	Camlog
Zement Implantatkronen/Zirkonoxid	RelyX	Espe
Ätzen Kronen und Silan	Monobond Etch and Prime	Ivoclar
Universal-Adhäsiv	AdheSE	Ivoclar
Befestigungskomposit	Variolink Ästhetik	Ivoclar