



Implantatprothetik: Symbiose aus analoger und digitaler Zahnheilkunde

ECHTES TEAMWORK

Ein Beitrag von Dr. Kai Zwanzig, Bielefeld, und Ztm. Christian Hannker, Hude/beide Deutschland

Umfangreiche prothetische Versorgungen stellen das gesamte Behandler-Team 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 Versorgungen 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, CAD/CAM, digitale Zahntechnik, Guided Surgery, monolithische Versorgungen

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 auf der zeitlichen als auch auf 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 Prozent 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 verzeiht 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

FRAGEN AN DIE AUTOREN

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.



zu rechnen ist. Auch die Bissnahme ist bei vollständiger Auflösung der Stützzonen 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].

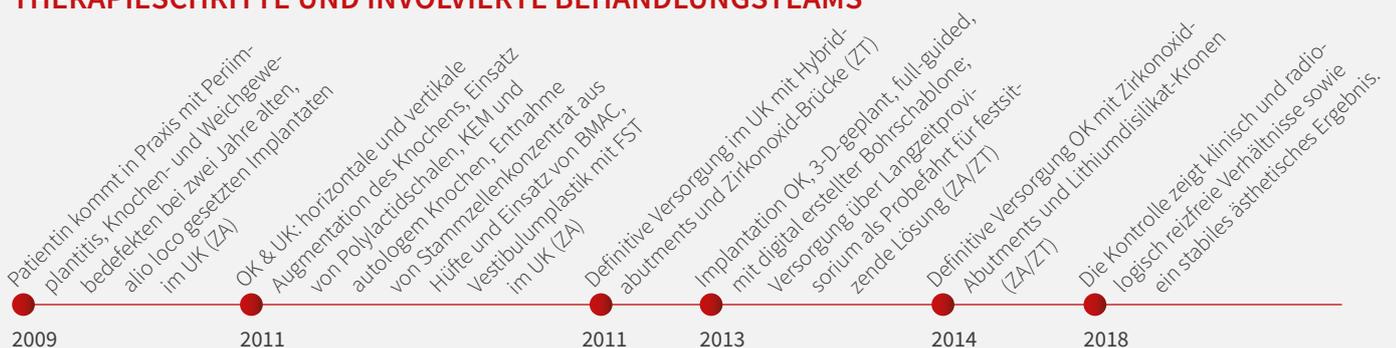
Deshalb favorisieren wir bei mehreren nebeneinanderliegenden Implantaten oder Implantaten, die mit einer Brücke versorgt werden sollen, Systeme mit sogenannten Butt-Joint-Verbindungen, da diese wesentlich einfacher prothetisch zu versorgen sind (bei einer Butt-Joint-Verbindung liegt das Abutment plan auf der Implantatschulter auf; der Rotationsschutz befindet sich im Implantat). Platform Switching hat ebenfalls eine grosse Bedeutung, da es helfen 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 Mikrospace 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 3-D-Augmentation mit dem SonicWeld-System durchgeführt. Dazu wurden vestibulär und lingual zwei resorbierbare Polylactidschalen mit ebenfalls resorbierbaren 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 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.

THERAPIESCHRITTE UND INVOLVIERTE BEHANDLUNGSTEAMS

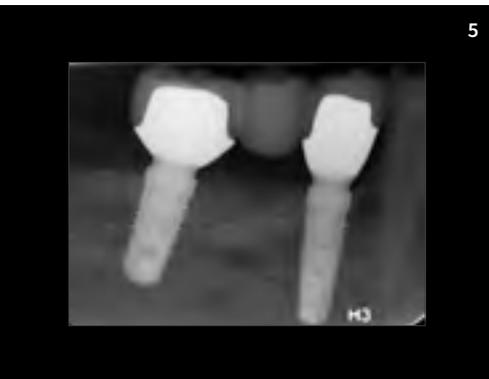
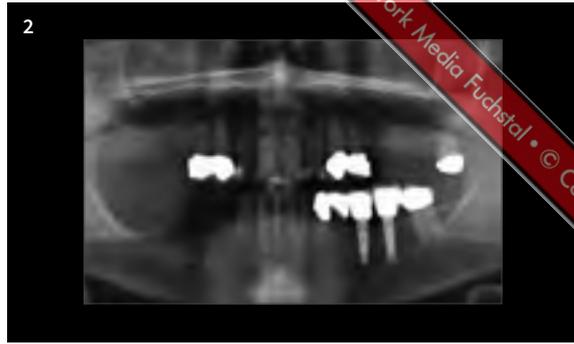




1 Nicht erhaltungswürdige Implantate im vierten Quadranten

2 Ausgeprägter vertikaler Knochen-defekt

Bilder: © Autoren



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

Implantation und Prothetik im Unterkiefer 2011

Die Einheilung verlief komplikationslos, so dass sechs Monate später zwei Implantate im Unterkiefer an Position 44 und 46 inseriert werden konnten. Diese wurden nach weiteren drei Monaten mit einer Splitflap-Technik 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 Remodellingvorgängen

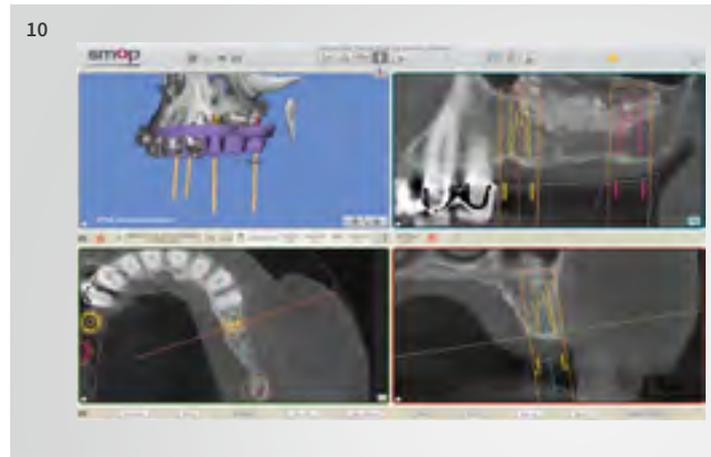
entgegenzuwirken. Zwei Millimeter Knochen ist das Mindeste, was periimplantär erreicht werden sollte [44]. Heute richtet sich der Fokus immer mehr auf das Weichgewebe, da mittlerweile erkannt wurde, dass dünnes Weichgewebe den darunterliegenden Knochen nicht in ausreichender Form vor Resorption schützen kann. Wir streben heute eine Weichgewebedecke 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).



- 7 Ausgangsbefund im Oberkiefer
- 8 Okklusalanzeige der nicht mehr funktionstüchtigen Geschiebeprothese
- 9 Zustand nach Eingliederung des laborgefertigten Langzeitprovisoriums
- 10 Virtuelle Implantatplanung in der 3-D-Planungssoftware



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 ausgeleiterten 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 Gegenbe-zahnung 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 Freiid-situationen. Weitere grosse operative Eingriffe konnten wir wegen der vorangegangenen Aug-mentation der Oberkieferseitenzahnbereiche ausschliessen, sodass seitens der Patientin einer festsitzenden Lösung zugestimmt wur-

de. Um das spätere Ergebnis vor allem in der Funktion beurteilen zu können, wurde ein laborgefertigtes Langzeitprovisorium einge-gliedert (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 akzeptier-te. Zudem konnten wir ihr ein ungefähres Bild in Hinblick auf die 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 Planungs-phase, alle metallischen Restaurationen in dem zu behandelnden Kiefer zu entfernen, um auf der anstehenden 3-D-Aufnahme keine Artefakte zu erzeugen, die die Qualität und Präzision der Aufnahme signifikant verschlechtern [38,40,50].

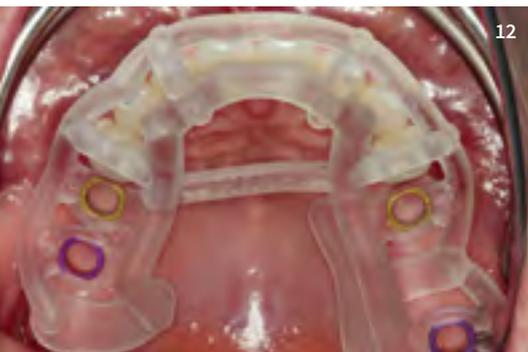
Planung und Implantation im Oberkiefer 2013

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 gematcht.

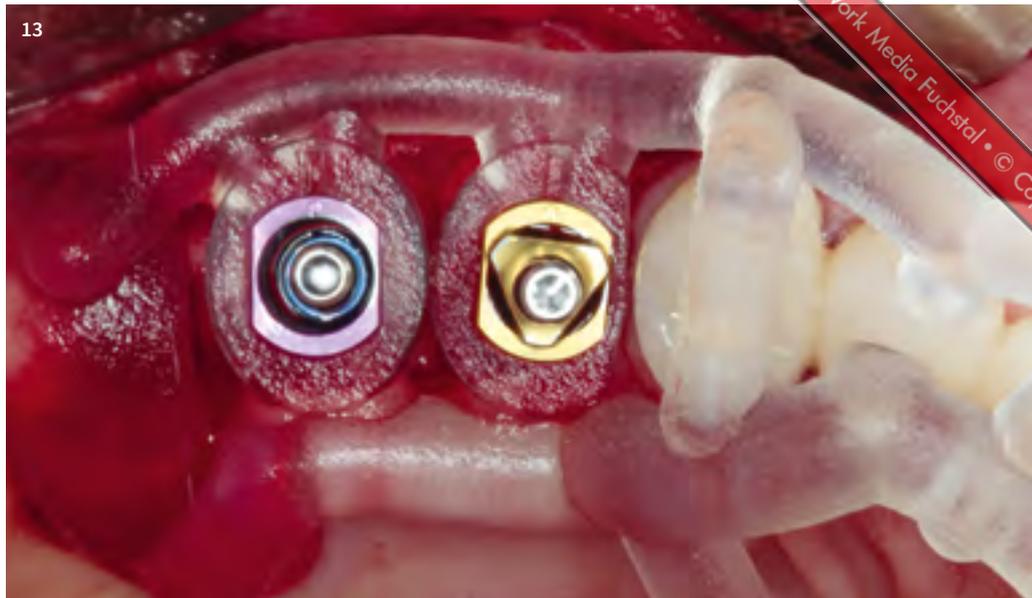
Durch ein digitales Wax-up konnte nun genau festgelegt werden, welche prothetischen Be-dürfnisse der endgültige Zahnersatz erfüllen muss. Durch die prothetische Vorgabe konnte die korrekte 3-D-Implantatposition in der Software bestimmt und mit der knöchernen Situation verglichen werden [12] (Abb. 10). Durch die vorangegangene Augmentation war eine prothetisch ausgerichtete Positionierung der Implantate ohne Angulierung möglich; zusa-tzliche Knochenmanagement-Massnahmen waren nicht notwendig. Die so bestimmten Implantatpositionen wurden online an ein Fertigungszentrum gesendet, um eine Bohr-schablone 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 umge-setzt wurde. Die Genauigkeit solcher Schablonen ist, bei Einhaltung gewisser Spielregeln, der von konventionell erstellten Schablonen überlegen, auch was die Herstellungskosten betrifft [33]. Warum diese aufwendige Planung? Aufwendig ist relativ und muss in einer Kosten-Nutzen-Rechnung abgewogen werden. Natür-lich kann man die Implantate auch „freihand“ setzen, aber die Nachteile überwiegen.



11



12



13

11 Präoperative Okklusallansicht

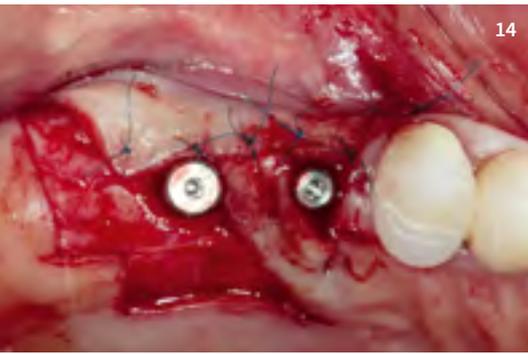
12 Eingesetzte gedruckte Schablone

13 Implantate wurden mit der Schablone an der geplanten Position eingesetzt.

Ziel war es, die Implantate so minimalinvasiv 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 periimplantäre Weichgewebe zu optimieren. Schleimhautstanzen führen oft zu einer erheblichen Verringerung der Breite an keratinisierter Gingiva. Deshalb führen wir solche

Stanzen 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 wurden 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 zulies. Bedauerlicherweise ist im momentanen Portfolio der Firma kein Implantat mit der gewünschten Geometrie in einer Full-Guided-Version verfügbar, sodass nach Abnahme der Schablone ein 5,0/11 mm Implantat „freihand“ gesetzt 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 Knochen-

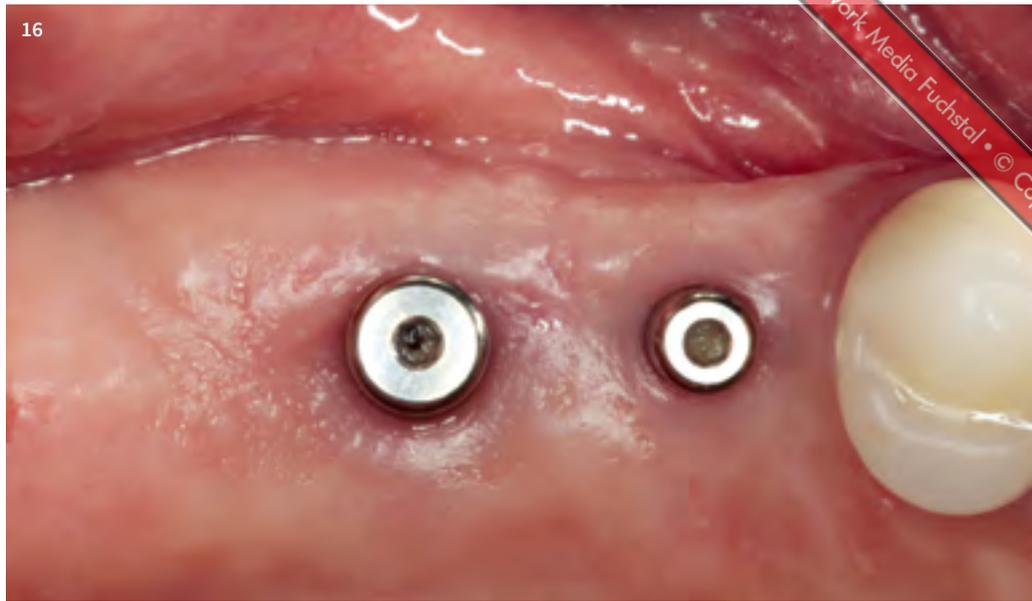
resorptionen und gingivalen Rezessionen kommt [31,47]. Unsere persönliche Grenze liegt bei 35 Ncm, wenn wir keine Sofortversorgung anstreben, da Studien zeigen, dass niedrige Drehmomente sich am positivsten auf den marginalen Knochen auswirken [35]. Einheilkappen wurden auf die Implantate geschraubt und der Lappen als apikaler Verschiebelappen im neu gebildeten Vestibulum am Periost fixiert und mit Positionierungsnaht 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



14



15



16

14 Aufgeschraubte Gingivaformer Implantate 16, 15 mit apikalem Verschiebelappen

15 Zustand nach einer Woche zur Nahtentfernung

16 Nach zwei Monaten vollständig intaktes Weichgewebe



17



18



19

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

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 (Abb. 19).

Definitive Versorgung im Oberkiefer

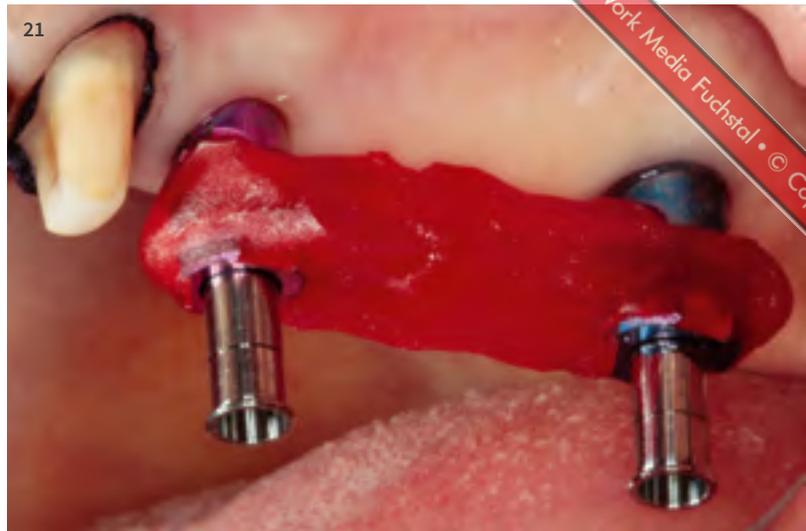
Die prothetische Versorgung begann vier Monate nach der Implantation (Abb. 20).

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.



20 Perfekte periimplantäre Weichgewebeverhältnisse 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



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

eingegipst 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,



26



27

26 Digitales Wax-up

27 Gefrästes Wax-up

28 Schablone für Emergenzprofil

29 Angezeichnetes Emergenzprofil

30 Konstruktion des Abutments



28



29



30

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 3-D-Druck hergestellt werden. Das digital hergestellte Wax-up kann jetzt auf das analoge Modell gesetzt werden und erlaubt dem Zahn-techniker 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 Rotations-sicherung 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 Scanbods 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 mussten der Schraubenkanal, die Ausrichtung und die Grösse des Schraubendurchtritts manuell bestimmt werden (Abb. 30). Bei der Konstruktion mit Scanbods sind alle Parameter

vorgegeben, was die Herstellung wesentlich vereinfacht. Die so generierten STL-Files der Abutments 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 Ablüftzeit wurden beide Teile vor dem Verkleben mit einem Fön 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).



31



32

31 Abutment-Vorbereitung zum Verkleben

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 taktiles 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 zum Wax-up gestaltet. Die Brücken erfordern ein spezielles Design, welches keine Unterschnitte aufweist, um später die Verblendschalen aus Lithiumdisilikat problemlos mit dem Untergerüst 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 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 schwerer verarbeitender Werkstoff, bei dem es der 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 Fräserradiuskompensation arbeiten zu müssen. Auch die Kauflächen

werden mit einem 0,3 mm-Fräser finalisiert, um hinterher möglichst wenig händisch nacharbeiten zu müssen. Die Frontzahnrestaurationen wurden vollanatomisch geschliffen, um sie später gezielt für die Cut-back-Technik vorzubereiten. Für diese Technik wird ein dichter Rohling als für die Maltechnik verwendet. In diesem Fall kam im Frontzahnbereich 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 fusio 12“ 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

32 Gerüstdesign ohne Unterschnitte

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 Arbeitsprozesse 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 Gewebeerlust 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



33



34



35

- 33** Brücke aus Lithiumdisilikat (LS₂)
- 34** Individuelle Schichtung der Frontzähne
- 35** Absolut spaltfreie Lötfrage
- 36** Abutments im zweiten Quadranten
- 37** Lateralansicht vor Eingliederung der Kronen
- 38** Eingegliederte verblockte Implantat-kronen



36



37



38

und die Schraubenkanäle mit lichthärten- dem Kunststoff verschlossen (Abb.37). Nach Anprobe und Überprüfung auf Spannungen wurden zunächst die implantatgestützten Restaurationen mit RelyX zementiert (Abb. 38). Das macht es einfacher, anschliessend die Approximalkontakte der restlichen Kronen zu überprüfen. Dies wurde mit Zahnseide geprüft und die perfekte Passung bestätigt. Die Stümpfe wurden mit einem Minisand- blaster gereinigt und mit 50 µm Aluminium- oxid angestrahlt, um die Oberfläche anzurauen.

So erzielen wir in Kombination mit der ad- häsiven Befestigung die besten Haftwerte auf der Dentinoberfläche [41]. Für die Ver- klebung wurden die Kronen ebenfalls mit Aluminiumoxid von innen ausgestrahlt und mit Monobond Etch & Prime simultan geätzt und silanisiert [9,43,46]. Nach dem Trocknen der gestrahlten Dentinoberflächen wurden diese mit einem Universal-Adhäsiv vorbe- handelt und lichtgehärtet [45]. Die vorbereiteten Lithiumdisilikat-Kronen wurden mit einer kleinen Menge Befestigungskomposit befüllt

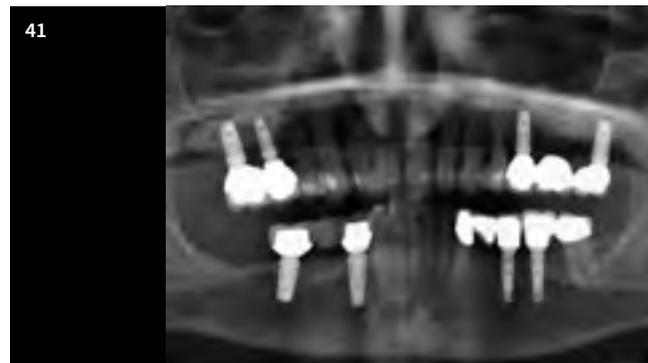
und aufgesetzt. Die Überschüsse wurden mit Schaumstoffpellets entfernt und die Inter- dentalräume mit Zahnseide gereinigt. Eine weitere Lichthärtung für etwa fünf Sekunden vereinfachte die Entfernung sämtlicher Kom- positreste mit dem Scaler. Aufgrund der Dual- härtung des Befestigungskomposits bedurf- te es keiner weiteren Aushärtung durch die Polymerisationslampe. Die abschliessende Kontrolle der Okklusion zeigte keine nennens- werten Störungen und konnte mit moderaten Korrekturen perfektioniert werden.



39 Die Restauration fügt sich harmonisch in das orale Umfeld ein.

40 Reizfreie klinische Verhältnisse drei Jahre nach prothetischer Versorgung des Oberkiefers

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



Drei Jahre nach der prothetischen Versorgung zeigten sich klinisch und radiologisch sowohl eine perfekte Integration 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 er ein enormer Fortschritt, der zu besseren und schnelleren Behandlungsergebnissen führt. Trotzdem darf das nicht dazu verleiten, in implantologische Grenzsituationen zu geraten. Guided Surgery ist und bleibt Fällen vorbehalten, in denen Hart- und Weichgewebe nach biologischen Gesetzen in einem implantationsfähigen Zustand sind. Unzureichendes Knochenangebot und dünnes

bewegliches Zahnfleisch werden langfristig zu Misserfolg führen. Bei CAD/CAM-gefertigtem Zahnersatz stellen vollkeramische Materialien heute den Goldstandard dar. Dabei haben sich im Seitenzahnbereich monolithische Restaurationen bewährt, die durch richtige funktionelle Belastung quasi keine Frakturen aufweisen. In aufgebaumem Knochen des Oberkiefers halten wir verblockte Implantatrestorationen für eine sinnvolle Variante, um durch die Verblockung mehr Stabilität für die Implantate zu gewährleisten. ■

Q Literatur beim Verfasser oder auf www.teamwork-media.de/literatur



© Copyright 2018 Teamwork-Media Fuchstal • ©

ÜBER DIE AUTOREN

Dr. Kai Zwanzig absolvierte sein Zahnmedizinstudium in Münster/Deutschland an der Westfälischen Wilhelms-Universität. Es folgte ein allgemeinärztliches 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/Deutschland 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, Verblendkeramik, Dental fotografie 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/Deutschland
 info@praxis-zwanzig.de • www.praxis-zwanzig.de



PRODUKTLISTE

PRODUKT	NAME	FIRMA
Knochenersatzmaterial	Bio-Oss	Geistlich
Stammzellkonzentrat	BMAC	Geistlich
Implantate Unterkiefer	Screw-Line	Camlog
DVT	Pax Zenith	Orangedental
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	3M
Ätzen Kronen und Silan	Monobond Etch & Prime	Ivoclar Vivadent
Universal-Adhäsiv	AdheSE	Ivoclar Vivadent
Befestigungskomposit	Variolink Ästhetik	Ivoclar Vivadent