

Zusammenfassung

Die Autoren stellen ein in ihrem Labor bewährtes prothetisches Konzept vor: der stegretinierte Zahnersatz im zahnlosen Kiefer. Während einst die Gusstechnologie als Weg zum Ziel galt, ist es heute die CAD/CAM-Technologie. Anhand eines Patientenfalles wird das digitale Vorgehen bei der Herstellung einer Stegkonstruktion mit Schwenkriegel beschrieben und die lange Funktionalität dieses Klassikers dargestellt. Bei dem zwölf Jahre zuvor im Oberkiefer eingesetzten stegretinierten Zahnersatz wurden lediglich die Zähne erneuert; der Steg ist nach wie vor voll funktionsfähig.

Indizes

Stegkonstruktion, Implantatprothetik, CAD/CAM, Funkenerosion, Schwenkriegel

CAD/CAM-gefertigte Stegkonstruktion mit Schwenkriegeln aus dem Funkenerosionsverfahren

Jörg Weiss, Bernadett Klar

Wann spricht man von einem Klassiker? Wenn etwas nach vielen Jahren noch immer dem Zeitgeist entspricht und nicht an Attraktivität verliert, dann ist das in der Regel ein Klassiker. In der Prothetik gehört der steggetragene Zahnersatz zu einem klassischen Therapiekonzept und wird im Arbeitsalltag der Autoren seit vielen Jahren erfolgreich angewendet. Einst über die Gusstechnologie in Kombination mit der Funkenerosionstechnik (SAE Dental, Bremerhaven) realisiert, gewährt heute die CAD/CAM-gestützte Fertigung (ggf. in Kombination mit der Funkenerosion) die spannungsfreie Passung. Im Artikel dargestellt werden die komplett digitale Fertigung der Stegkonstruktion und die Langlebigkeit einer solchen Restauration.

Eine auf Implantaten verankerte Stegprothese gewährt dauerhafte Passung und festen Halt des Zahnersatzes im zahnlosen Kiefer. Aufgrund der Abnehmbarkeit ist eine gute Reinigungsfähigkeit geboten, was die Art der Verankerung aus parodontalhygienischer Sicht zu einer „sauberen“ Lösung werden lässt. Die starre Konstruktion (rigide Verankerung) verringert erfahrungsgemäß die Komplikationsrate. Patienten leben über viele Jahre äußerst zufrieden mit dieser Art des Zahnersatzes.

Einleitung

Grundlagen zu einer steggetragenen Restauration

Grundsätzlich sollen aus statischen Gesichtspunkten die Stützzonen einer Restauration im zahnlosen Kiefer größer als die Belastungszonen sein. Insbesondere ein Steg scheint hier Vorzüge zu bieten. Mit der Stegextension kann die Stützzone bei anterior inserierten Implantaten (z. B. Unterkiefer) nach dorsal verlagert und eine unerwünschte Hebelwirkung vermieden werden. Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass mit einem Steg (primäre Verblockung) die funktionelle Belastung gleichmäßig auf alle Implantate verteilt und somit auf das einzelne Implantat verringert wird. Hinsichtlich der Herstellung bevorzugen die Autoren individuell gefertigte Stege, die exakt unterhalb der Zahnreihe platziert werden. Größte Herausforderung bei der Herstellung ist der spannungs- und spaltfreie Sitz auf den Implantat-Aufbauten. Zusätzlich zur Abformtechnik und einer akkuraten Modellherstellung ist hierfür die Fertigungstechnik entscheidend.

Fertigungstechniken für einen Steg

Die Herstellung eines Steges erfolgte in der Vergangenheit über die konventionelle Gusstechnologie. Da es aufgrund der Verfahrenstechnik jedoch kaum möglich ist, einen spannungsfreien passiven Sitz des gegossenen Steges zu erzielen, wurden verschiedene Hilfswege genutzt, um ein Passive-fit zu erzeugen. Das Trennen und Fügen (Löten, Lasern) eines Steges trug das Risiko weiterer Fehlpassungen und/oder eines geschädigten Materialgefüges. Als gut funktionierende Alternative etablierte sich in den 1980er Jahren das Passivieren des gegossenen Steges mit der Funkenerosionstechnik (SAE Dental). Mit diesem industriellen, für die Zahntechnik angepassten Verfahren wird ein echter spannungs- und spaltfreier Sitz auf den Implantat-Aufbauten erzielt. Mittlerweile hat sich die CAD/CAM-Technologie gegen die Gusstechnik durchgesetzt und ist bei der Stegherstellung dem Gießen überlegen. Es kann eine äußerst hohe Präzision erzielt werden. Ggf. kommt zusätzlich die SAE-Funkenerosion als Mittel zur Passivierung zum Einsatz, um größtmögliche Sicherheit durch eine spannungsfreie Passung zu gewährleisten. Bis vor einigen Jahren wurde nur der Steg CAD/CAM-gefräst und der Stegüberwurf über die Gusstechnik gefertigt. Heute werden beide Komponenten im CAD/CAM-Prozess hergestellt.

Patientenfall Ausgangssituation

Der 80-jährige Patient war im Oberkiefer vor zwölf Jahren mit einer auf Implantaten fixierten Stegprothese versorgt worden. Der Steg wurde zum damaligen Zeitpunkt gegossen und mittels Funkenerosionstechnik passiviert. Auch nach zwölf Jahren war der Patient noch zufrieden mit dem Zahnersatz. Die Stegkonstruktion funktionierte so gut wie am ersten Tag. Es war keinerlei Verschleiß im Bereich des Steges ersichtlich. Die Konfektionszähne waren abradert und der Kunststoff in einigen Bereichen verfärbt, was nach dieser langen Tragedauer den Erwartungen entspricht. Nun stand eine Neuversorgung im Unterkiefer an. Bislang war der Patient mit einer Teleskopprothese versorgt. Die vier Pfeilerzähne konnten für das Verankern des neuen Zahnersatzes nicht mehr dienen und wurden als nicht erhaltungsfähig eingestuft. Dem Vorschlag einer implantologischen Therapie stimmte der Patient zu.

Planung der prothetischen Versorgung

Gewünscht war ein fester Zahnersatz, der zum Reinigen vom Patienten aus dem Mund genommen werden kann. Als prothetische Versorgung sollte – wie im Oberkiefer – ein stegretinierter Zahnersatz hergestellt werden; diesmal im CAD/CAM-Verfahren und mit SAE-Schwenkriegel. Die Friktion wird durch Friktionsstifte erzielt. Der Riegel sollte dem

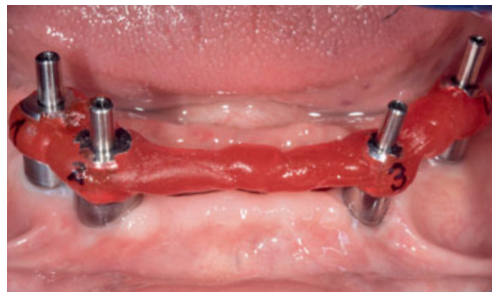


Abb. 1 Ist-Situation: vier Implantate im zahnlosen Unterkiefer mit Steg-Abutments.



Abb. 2 Abutment-Check mit Kunststoffsteg nach dem Zusammenfügen.

Abb. 3 Implantatabformung.

Abb. 4 Bisschablone, abgestützt auf den Steg-Abutments.

Patienten zusätzlich Sicherheit geben. In der Regel passt eine Stegversorgung ohne Riegel fest und sicher im Mund. Jedoch verstärkt der Riegel das Gefühl von Sicherheit, was einen psychologischen Aspekt hat, der in dieser Formulierung steckt: Der Zahnersatz ist auf dem implantatgetragenen Steg verriegelt. Mithilfe der SAE-Funkenerosion ist es möglich, einen Schwenkriegel in klassischer Ausführung in den Steg einzubringen, ebenso die Friktionstifte. Ein weiteres Argument für die Stegversorgung war die fehlende Wangen- und Lippenstützung. Zusätzlich zur Stegarbeit im Unterkiefer wurde eine ästhetische Erneuerung des Zahnersatzes im Oberkiefer geplant, wobei Steg und Stegreiter unberührt bleiben sollten.

Nach der Extraktion der Pfeilerzähne und der Insertion von vier Implantaten (Camlog, Wimsheim; Abb. 1) wurde die vorhandene Doppelkronen-Prothese umgearbeitet und über Knopfanker als provisorische Restauration im Mund des Patienten befestigt. Nach dem Einheilen der Situation erfolgte eine Abformung mit Originalabformpfosten (Camlog) auf Implantatniveau. Auf dem daraus resultierenden Modell wurden die Stegaufbauten ausgewählt und der Abutmentcheck vorbereitet. Zudem wurde eine Bisschablone hergestellt, die im Mund während der Kieferrelationsbestimmung über den Implantat-Aufbauten verankert werden sollte.

Abutment-Check: Um die Implantatpositionen vom Mund exakt auf das Modell übertragen zu können, wurde ein Kunststoffsteg gefertigt und segmentiert. Nach dem Einsetzen des segmentierten Steges in den Mund auf die Stegaufbauten erfolgte das Fügen des Steges mit Pattern Resin, gefolgt von einer Implantat-Überabformung (Abb. 2 und 3). Da die Schablone für die Bissregistrierung über die vier Stegaufbauten im Mund verankert werden konnte, war eine sichere funktionelle Erhebung möglich (Abb. 4). Dadurch, dass Überabformung und Bissregistrierung bei einem Termin erfolgten, konnte eine Behandlungssitzung eingespart werden, ohne Kompromisse bei der Datenerfassung zu machen.

Modellvorbereitung und erste Wachsaufstellung

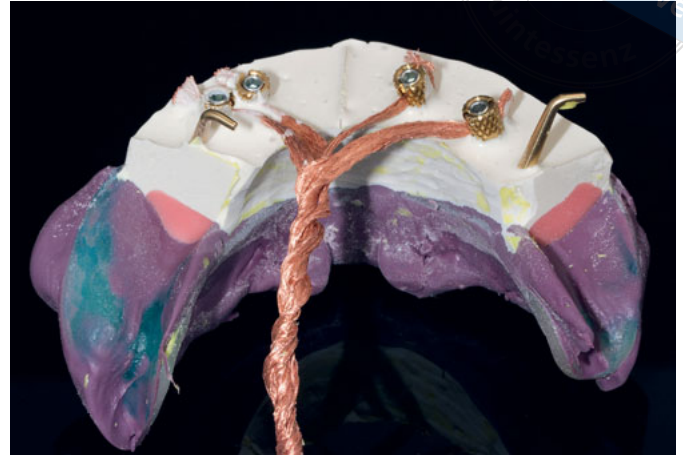


Abb. 5 und 6 Herstellung des Implantatmodells (SAE-Modell für Funkenerosionstechnik).

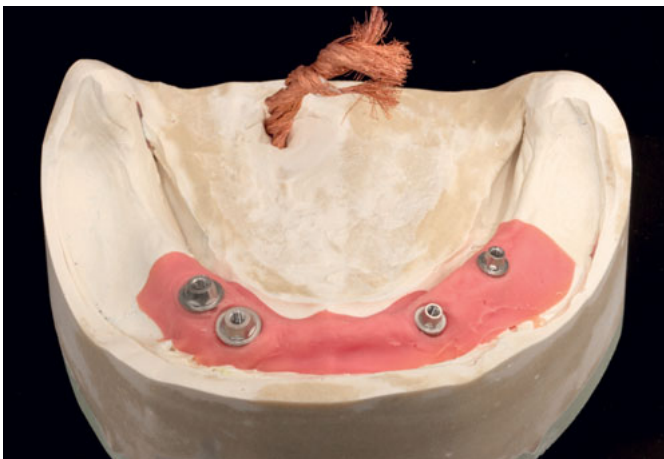


Abb. 7 und 8 Modell mit Gingiva und die erste Wachsaufstellung.

Im Labor wurde das Implantatmodell mit Gingivamaske hergestellt und so vorbereitet, dass ggf. eine funkenerosive Passivierung des Steges erfolgen konnte (Abb. 5 und 6). Messing-Modellanaloge dienen hierbei als Fixpunkt für die Kupferelektroden innerhalb des Modellsockels (Anode). Jedes Modellanalog bekommt eine separate Kupferlitze, die letztlich im posterioren Bereich des Modells austritt und verflochten wird (Abb. 7). Relevante Teile des Modells sind aus einem besonders dimensionsstabilen Eopxidharz (SAE Dental) hergestellt, der Rest ist mit Superhartgips ergänzt. Im nächsten Schritt wurde eine erste Wachsaufstellung angefertigt (Abb. 8 und 9). Die Zähne wurden zunächst gegen die vorhandene Oberkieferprothese aufgestellt, um die gewohnte Bissituation nicht zu stark zu verändern (Abb. 10 und 11). Bei der Einprobe im Mund boten die Implantat-Aufbauten eine optimale Fixierung respektive Abstützung im Mund (Abb. 12). Zunächst wurde die optimale vertikale Dimension ermittelt und der Biss hierfür angehoben (Abb. 13). Die Situation wurde verschlüsselt und an das Labor übergeben (Abb. 14).



Abb. 9 Basale Ansicht der Wachaufstellung mit Verschraubung für eine sichere Fixierung während der Einprobe.



Abb. 10 und 11 Modelle mit Unterkiefer-Wachaufstellung und Gegenbiss.



Abb. 12 Einprobe mit erster Wachaufstellung.



Abb. 13 Validieren der vertikalen Dimension.

Abb. 14a und b Die Modelle mit der im Mund definierten, angepassten Bisshöhe.

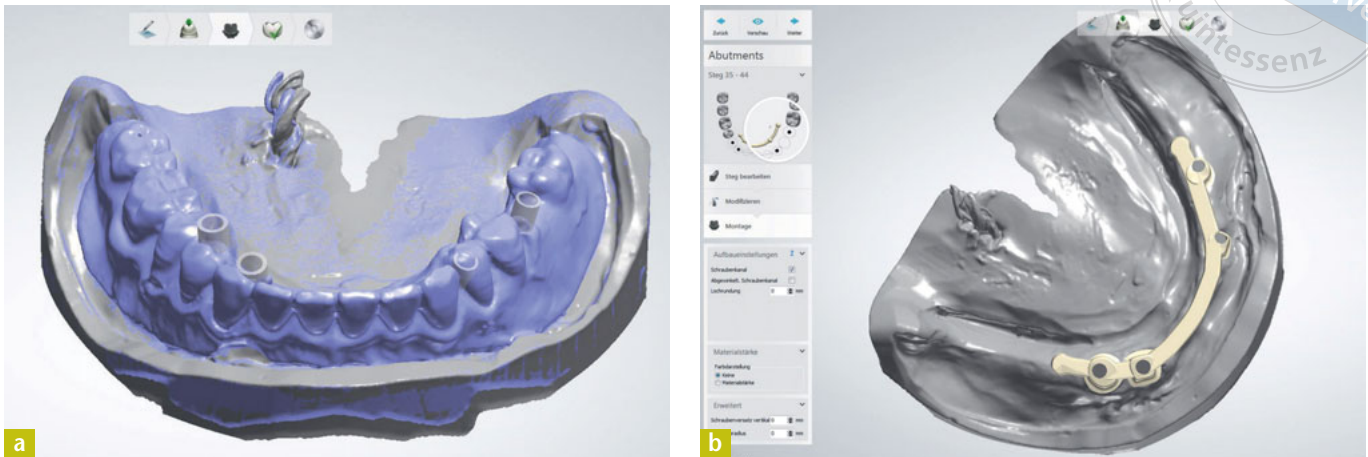


Abb. 15a und b CAD-Konstruktion des Steges.



Abb. 16a und b Der in der CAM-Maschine (Organical Multi) gefräste Steg.

Abb. 17 Hohe Passgenauigkeit. Ansicht des Stegs auf den Steg-Abutments.

Herstellen des Stegs

Die im Mund validierte Einprobe wurde mit Modell im Laborscanner (D2000, 3Shape, Kopenhagen, Dänemark) digitalisiert und in die Konstruktionssoftware (Abutmentdesigner, 3Shape) importiert. Die übereinander gelagerten Datensätze waren die Basis für die Stegkonstruktion. In der CAD-Software wurde ein Steg konstruiert, der optimal unterhalb der Zahnreihen positioniert war (Abb. 15). Nach dem Import der Daten in die CAM-Einheit erfolgte das Fräsen in einer 5-Achsmaschine (Organical Multi, R+K Organical CAD/CAM, Berlin), die als Alleskönner für diese hochpräzise Indikation gut geeignet ist. Eine solche Maschine nach Industriestandard fräst Stege in der Regel mit höchster Passung (Abb. 16 und 17). Selbstverständlich können auch mit anderen kleinen Fräsmaschinen Stege gefertigt werden. Hier empfiehlt sich im Anschluss die Funkenerosionstechnik zur Passivierung der Stegpassung auf den Implantat-Abutments sowie die Passivierung der Schraubenkanäle, um das letzte i-Tüpfelchen an Passung zu präzisieren. Die Kontrolle auf dem Modell bestätigte den spannungsfreien, präzisen Sitz des Stegs auf den Implantat-Aufbauten.

Set-up mit Tiefziehschiene

Parallel zur Steganprobe im Mund erfolgte die finale Einprobe der geplanten Zahnstellung. Für die Wachsaufstellung wurde im Labor über den Steg eine Tiefziehschiene gezogen, über die ein Set-up mit Konfektionszähnen aufgestellt wurde (Abb. 18 und 19). Die Tiefziehschiene fungierte quasi als Stegreiter, mit dem sich das Set-up sanft und problemlos

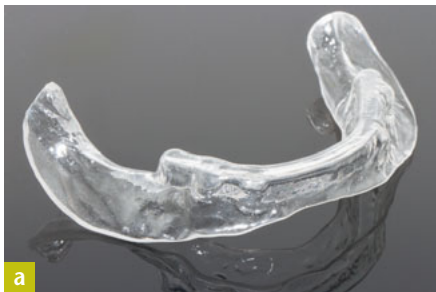
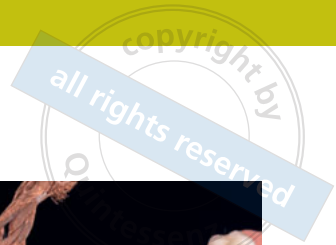


Abb. 18a und b Tiefziehschiene über den Steg als provisorischer Stegüberwurf für die finale Wachsaufstellung.

Abb. 19 Finale Wachsaufstellung mit egalisierter Bissebene.



Abb. 20 Spannungsfreie Passung des Steges im Mund.

Abb. 21 Einprobe der finalen Wachsaufstellung.

ein- und ausgliedern lässt. Dieser Kunststoffstegreiter hat sich im Alltag so gut bewährt, dass selbst Reiseprothesen über diese Option gefertigt werden. Der obligatorische Sheffield-Test des Steges im Mund gab die notwendige Sicherheit für die spannungsfreie Passung (Abb. 20). Die im Mund kontrollierte Wachsaufstellung (Abb. 21) wurde über einen Silikonwall zum Fertigstellen „eingefroren“.

Für die Konstruktion des Stegüberwurfs wurde der gefräste Steg mit Scandpuder benetzt und im Laborscanner mit der lichtoptischen Datenerfassung digitalisiert. Hierfür wurde ein spezielles Scandpuder (Organical Scanspray weiß, speziell für Teleskope und Stegarbeiten; R+K Organical CAD/CAM) verwendet, das einen hauchdünnen, feinen Schichtauftrag gewährleistet und Reflektionen gänzlich beseitigt. In der CAD-Software konnte nun der Stegüberwurf konstruiert werden, wobei das Set-up als Grundlage diente (Abb. 22). In dem Stegüberwurf wurden die Kästen für den Schwenkriegel angelegt. Bei der Platzierung ist darauf zu achten, dass der Patient den Riegel gut bedienen kann und zugleich die Ansprüche an die Statik erfüllt werden. Die Riegel sollten möglichst symmetrisch gegenüberliegen.

Das Fräsen des Stegüberwurfs (CoCrMo) erfolgte in der Organical-Maschine. Danach wurde der Überwurf nicht aus dem Blank getrennt, sondern zunächst die Passung eingestellt

Herstellen des Stegüberwurfs

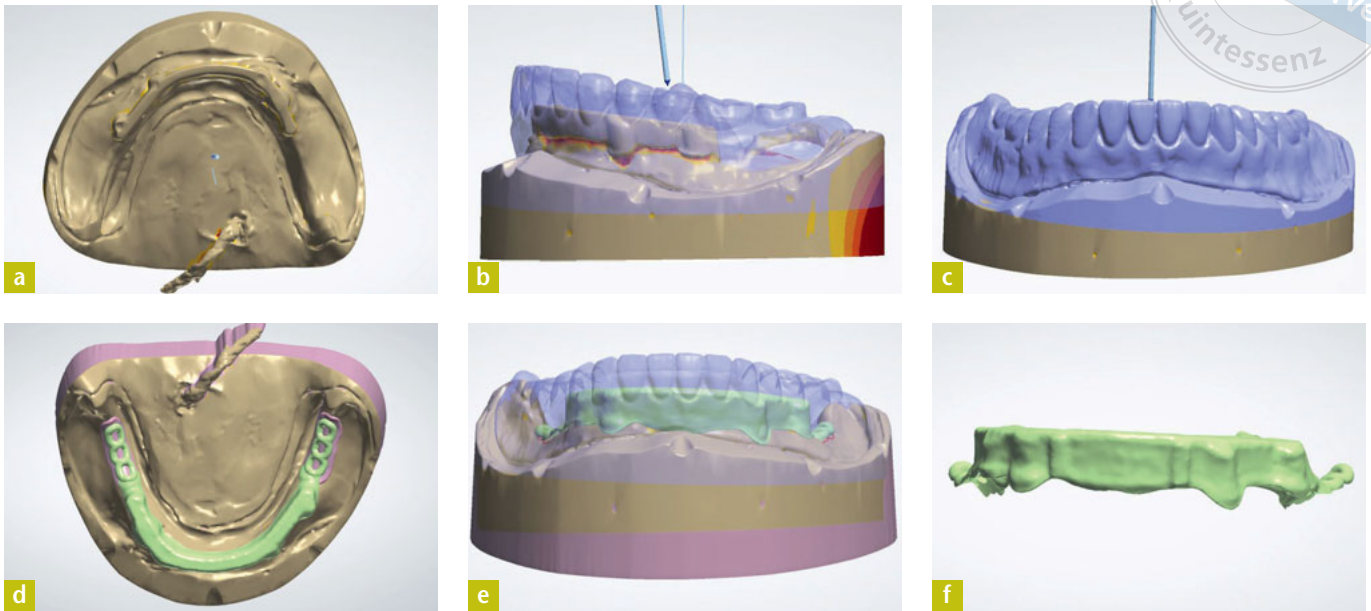


Abb. 22a bis f CAD-Konstruktion des Stegüberwurfs.



Abb. 23 Gefräster Stegüberwurf im Rohling in der Phase des Feinschliffs.



Abb. 24 Steg und Stegüberwurf in optimaler Passung zueinander.

(Abb. 23). Grundsätzlich werden Stegüberwürfe etwas enger gefräst und im Feinschliff in der CAM-Maschine auf Passung gebracht. Durch das Spannsystem der Maschine kann der Rohling im Halter jederzeit wieder in die Maschine gesetzt und mit der Referenz „Nullpunkt“ in feinen Schritten nachgefräst werden. Der Überwurf im Blank wurde Schritt für Schritt aufgepasst, wieder eingespannt, nachgefräst, bis Überwurf und Steg perfekt miteinander harmonierten und ein sanftes Gleiten gewährleistet war. Erst dann erfolgte ein Heraustrennen aus dem Blank (Abb. 24). Nach dem Ausarbeiten (Abb. 25 und 26) wurden die standardisierten Passungen für die SAE-Schwenkriegel in die Sekundär- und Primärkonstruktion erodiert und die Friktionsstifte zur Steuerung der Haltekraft über das Laserschweißen eingebracht (Abb. 27 bis 30).



Abb. 25 Stegkonstruktion auf dem Modell.



Abb. 26 Stegüberwurf mit Kasten für den SAE-Schwenkriegel.

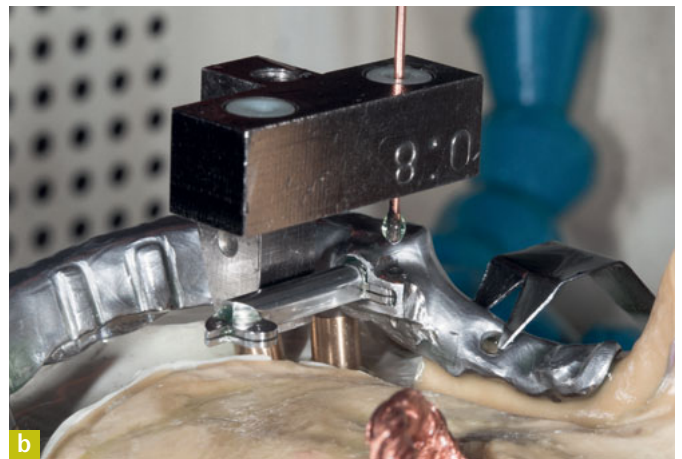
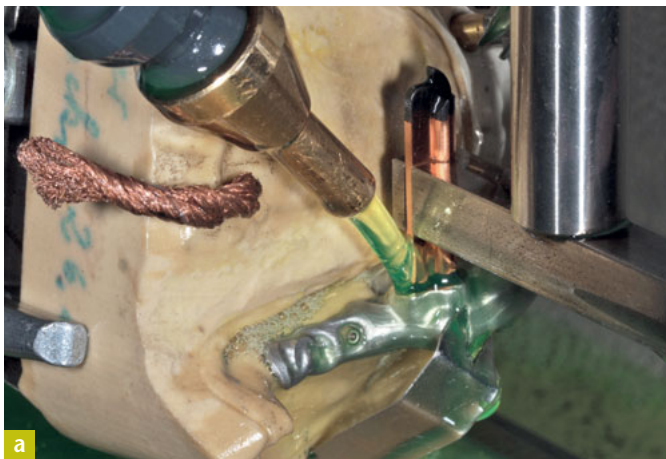


Abb. 27a und b Einbringen des Schwenkriegels im Funkenerosionsverfahren.



Abb. 28a und b SAE-Schwenkriegel in Funktion.

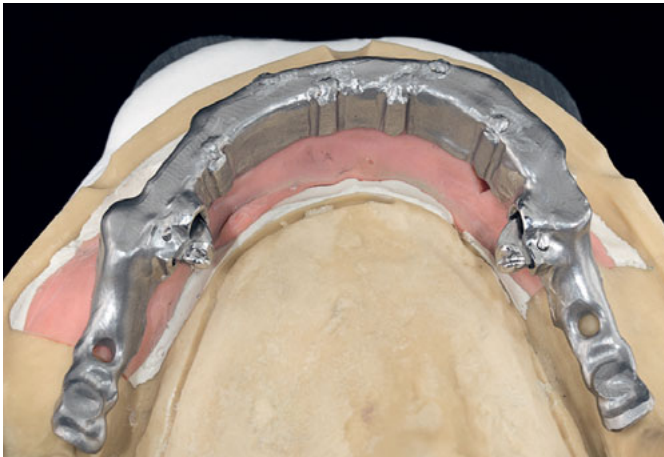


Abb. 29 und 30 Fertige Stegkonstruktion mit Riegel auf dem Modell.



Abb. 31 Stark abgenutzte Zähne am zwölf Jahre alten Zahnersatz.



Abb. 32 Ansicht von basal. Der Stegüberwurf zeigt kaum Abnutzungen.

Fertigstellung und Fresh-up des Zahnersatzes im Oberkiefer

Die Zahnstellung im Unterkiefer war über das Set-up definiert und konnte ohne großen Aufwand auf herkömmlichem Weg in Kunststoff überführt werden. Verwendet wurden für diesen älteren Patienten Konfektionszähne (Primodent) mit einem relativ flachen Okklusionsrelief, die dem Patienten einen möglichst großen Freiraum gestatten. Zudem wurde der Zahnersatz im Oberkiefer erneuert (Abb. 31 und 32). Der Steg im Oberkiefer sah nach zwölfjähriger Tragezeit noch aus wie neu und zeigte kaum Gebrauchspuren. Das Weichgewebe um den Steg war gesund und gut an die nickelfreie CoCrMo-Konstruktion adaptiert (Abb. 38). Auch die Gleiteigenschaften im Zusammenspiel mit dem Stegüberwurf waren tadellos. Warum verändern was gut funktioniert? Für das Fresh-up sollten lediglich die Kunststoffanteile überarbeitet werden. Sowohl Kunststoffbasis als auch Stegkonstruktion blieben unangetastet. Die Zähne zeigten diverse Abnutzungsspuren, welche nach zwölf Jahren Gebrauch dem normalen Verschleiß zuzuordnen waren. Die Seitenzähne waren stark abradert, der Kunststoff an einer Stelle durchgebissen und die Frontzähne verfärbt.



Abb. 33a und b Die Kunststoffanteile der Prothese im Oberkiefer wurden erneuert und der Zahnersatz im Unterkiefer fertiggestellt.



Abb. 34 Nach dem Fresh-up der Prothese im Oberkiefer.



Abb. 35 Nahansicht des Zahnersatzes im Unterkiefer mit individualisierter roter Ästhetik.

Die Okklusionsebene wurde bei der Neuanfertigung des Unterkiefers egalisiert und die Zähne im Oberkiefer dementsprechend mit Komposit aufgebaut (Abb. 33). Die Frontzähne wurden leicht zurückgeschliffen und ebenfalls mit Komposit geschichtet (Abb. 34). Um dem Zahnersatz Lebendigkeit zu verleihen, wurden im Ober- und im Unterkiefer die Gingivaanteile mit einem lichthärtenden Kunststoff (Ceramage, Shofu, Kyoto, Japan) und zahntechnischem Feingefühl individualisiert. Alveolenhügel, Lippenbändchen, sanfte Stip pelungen, verschiedene Gingivafarben... – Ergebnis war ein dreidimensionales Design des prothetischen Zahnfleisches, das natürlich und lebendig wirkt (Abb. 35).

Der Patient ist mit dem steggetragenen Zahnersatz im Unterkiefer sehr zufrieden. Das Aussehen seiner neuen Zähne empfindet er als natürlich. Die Funktionalität begeistert ihn. So wie im Oberkiefer ist auch der Zahnersatz im Unterkiefer über einen Steg verankert. Zusätzlich wurden im Unterkiefer Schwenkriegel eingearbeitet, über die der Patient den

Im Mund



Abb. 36a und b Die Schwenkriegel erlauben dem Patienten ein sicheres Verriegeln des Zahnersatzes im Mund.



Abb. 37 Vor zwölf Jahren hergestellter Steg im Oberkiefer und neuer Steg im Unterkiefer.



Abb. 38 Der zwölf Jahre alte Steg hat sich optimal in den Mund eingefügt und zeigt keinerlei Wechselwirkung mit dem Weichgewebe.

Zahnersatz verriegeln kann (Abb. 36). Das gibt ihm zusätzlich ein Gefühl der Sicherheit. Sollten in der Zukunft motorisch eingeschränkte Fähigkeiten des Patienten die Bedienung der Riegel nicht mehr zulassen, können sie einfach „stillgelegt“ werden; die Funktionsweise des Zahnersatzes bleibt erhalten (Abb. 37 bis 40).

Zusammenfassung

Die CAD/CAM-Technologie bietet in der zahntechnischen Fertigung Ergebnisse, die frei von Kompromissen sind. Insbesondere in der Implantatprothetik ist die exakte Passung der Suprastruktur ein entscheidender Punkt für den Erfolg der Implantattherapie. Die spannungsfreie Passung eines Steges kann mit der CAD/CAM-Technik bei entsprechender Maschinenkonfiguration und optimal angepassten Fräsparmetern erzielt werden. Gegebenenfalls wird mittels Funkenerosionsverfahren noch das letzte Quäntchen Passung erzielt. Auf Wunsch können SAE-Schwenkriegel in die Stegkonstruktion eingearbeitet bzw. mittels Funkenerosion erodiert werden. Auch der Stegüberwurf lässt sich CAD/CAM-gestützt mit



Abb. 39a und b Einsetzen des Zahnersatzes und Kontrolle der funktionellen Parameter.



Abb. 40 Zufriedener Patient mit rundum erneuertem Zahnersatz.

hervorragenden Passungseigenschaften herstellen. Bereits die Gusstechnologie galt für Stege viele Jahre als bewährte Vorgehensweise. In Kombination mit dem Funkenerosionsverfahren konnten spannungsfrei passende Stegkonstruktionen erarbeitet werden. Heute werden moderne Fräsmaschinen verwendet und präzise Ergebnisse erzielt.

Wir bedanken uns herzlich für die Unterstützung der Dokumentation dieses Patientenfalls bei Dr. Lars Börner, Zahnarztpraxis für Implantologie und Allgemeine Zahnheilkunde, Wendenschloßstraße 37, 12559 Berlin.

Danksagung



ZTM Jörg Weiß
Rübeling & Klar
Dental-Labor
Ruwersteigweg 43
12681 Berlin
E-Mail: joerg.weiss@ruebeling-klar.de



ZT Bernadett Klar
(Adresse wie links)
E-Mail: bernadett.klar@ruebeling-klar.de