



### Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt einen Patientenfall zur Versorgung eines zahnlosen Unterkiefers mit sechs Implantaten. Bei der Kontrolle des Meistermodells im Artikulator wurde eine laterale Bissverschiebung sichtbar, die durch eine instrumentelle Funktionsanalyse bestätigt wurde. In Folge musste die implantatgetragene Unterkieferrestauration neu geplant und die vorhandene Versorgung im Oberkiefer neu angepasst werden. Eine Funktionsdiagnostik im Vorfeld hätte Behandler, Labor und Patient vor zeitaufwändiger Mehrarbeit und zusätzlichen Terminen bewahrt.

### Indizes

Implantatprothetik, festsitzende Unterkieferprothese, Misserfolg, Funktionsdiagnostik, IPR-System

## Funktionsdiagnostik in der Implantatprothetik

### Das Desaster begann mit dem Duplizieren der Prothese

**Rüdiger Wandtke**

In Fachbeiträgen zum Thema Implantatprothetik liest man häufig – neben der ästhetischen und chirurgischen – von der funktionell optimalen Positionierung der Implantate. Dies ist an sich erfreulich. Noch erfreulicher wäre es, würde man erfahren, wie die Autoren die ideale Positionierung herausfinden. Eine moderne und mit den Daten aus einer Computertomografie „gefütterte“ Planungssoftware liefert hierfür zwar das Instrumentarium, nicht aber per se auch die Position. Also alles nur Erfahrung, Parallelisierung und Mittelwerte?

Die komplexe implantatprothetische Versorgung eines restbezahnten oder zahnlosen Kiefers bedeutet für den Patienten eine nicht unerhebliche Kostenbelastung, unabhängig von den verwendeten Materialien. Bleibt die Frage, ob angesichts solcher Kosten nicht eine Funktionsanalyse als Grundlage oder zumindest zur Absicherung einer Versorgungsplanung gerechtfertigt wäre. Der Mehraufwand bewegt sich im Verhältnis zu den Gesamtkosten in der Regel im einstelligen Prozentbereich. Demgegenüber stehen: Minimierung von Risiken wie Chippings, Frakturen, Schrauben- oder gar Pfostenlockerungen samt

### Einleitung



Abb. 1 Die Scanprothese. Die weißen Guttapercha-Punkte dienen der exakten Überlagerung der Doppelscans (mit und ohne Prothese).

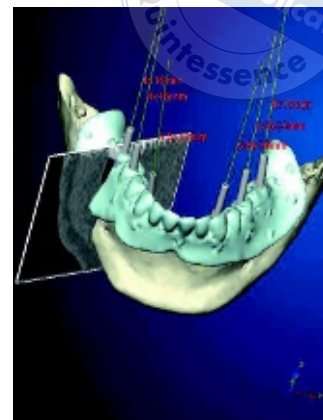
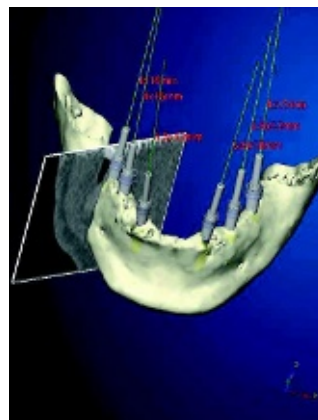


Abb. 2a und 2b Die Implantatplanung (NobelGuide Planungssoftware, Nobel Biocare, Göteborg, Schweden) ohne und mit Prothetik: parallel ausgerichtete, okklusale Schraubenaustrittskanäle im Seitenzahnbereich und leicht linguale in regio 33 und 43.

damit meist einhergehenden entzündlichen Reaktionen. Ausreichend Argumente also, um eine Funktionsanalyse bei komplexen Fällen am Beginn einer Behandlung fest zu verankern.

Fraglich ist hier grundsätzlich, wie der Patient dazu stehen wird, aber nach der Erfahrung des Autors stärkt die Gründlichkeit einer solchen Planung sein Vertrauen in die hohe Kompetenz des ihn versorgenden Teams. Ein gewichtiges, wenn nicht gar das ausschlaggebende Argument für seine Investitionsentscheidung in die implantatprothetische Versorgung.

### Die Ausgangssituation

Die klinische Anamnese des Patienten hatte keine offensichtlichen Anhaltspunkte für eine verschobene Bisslage ergeben. Es waren keine Schliiffacetten erkennbar und der Patient klagte auch nicht über typische Symptome wie Schmerzen, Muskelverspannungen oder Knacken der Kiefergelenke. Einer der Gründe hierfür lag wohl darin, dass der Patient – wie sich im Laufe der Behandlung herausstellte – ein sehr ausgeglichener Mensch war und sich offensichtlich weder beruflich noch privat unter Stress setzen ließ. So war dem Behandler zwar eine vertikale, nicht aber die leichte laterale Bissverschiebung aufgefallen. Auch der Situationsabdruck zeigte eine scheinbar normale zentrische Relation zwischen Ober- und Unterkiefer. Auf Basis der vom Behandler duplizierten Unterkieferprothese wurde das Wax-up angefertigt. Bei der Planung, in enger Zusammenarbeit von Behandler, Implantologen und Autor, wurde die chirurgisch wie prothetisch – scheinbar – optimale Position der Implantate für eine vollkeramische Implantatbrücke im Unterkiefer geplant (Abb. 1 bis 2b).

### Die Implantation

Der Patient wünschte anstelle seiner bisherigen, herausnehmbaren eine festsitzende Versorgung. Besprochen worden war eine auf sechs Implantaten verschraubte Implantatbrücke (Procera Implant Bridge Zirconia, Nobel Biocare, Göteborg, Schweden). Dafür wurden zunächst mit einer entsprechenden Scanprothese CT-Aufnahmen angefertigt und die Daten in die NobelGuide Planungssoftware (Nobel Biocare) eingelesen. Das residua-



le Knochenangebot ließ in der Horizontalen zwar keine interforaminale Implantatplatzierung zu, erforderte andererseits aber auch keine augmentativen Maßnahmen. Alle Implantate konnten in polygoner Position und mit okklusaler bzw. leicht lingualer Verschraubung geplant werden. Der Vorteil der dreidimensionalen Planung war, dass bereits vorab ein sehr guter Kompromiss zwischen dem chirurgisch Möglichen und dem prothetisch Wünschenswerten gefunden werden konnte. Die Implantate (alle Nobel Replace Tapared) wurden ohne Komplikationen inseriert: in regio 33, 35 und 43 ein 3,5 x 13 mm Implantat und in regio 36, 45 und 46 ein 4,0 x 15 mm Implantat. Die Implantate wurden mit Healingcaps für die offene Einheilung verschlossen. Zehn Wochen nach Implantation zeigte sich ein absolut entzündungsfreier Zustand der Gingiva und die Abformungen für das Meistermodell konnten genommen werden (Abb. 3).

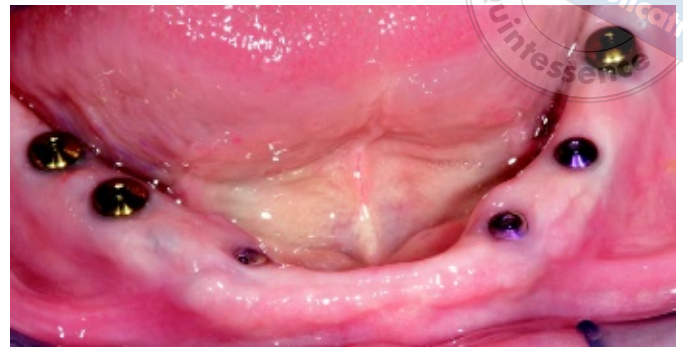


Abb. 3 Die klinische Situation zehn Wochen nach der Implantation.

Dafür wurde anhand des anatomischen Unterkiefer-Modells ein individueller Abformlöffel für die offene Abformung gefertigt (Abb. 4 und 5). Hierbei kam es dem Autor auf eine exakte und möglichst vollständige Abformung auch des retromolaren Bereichs an, um die prothetisch notwendigen Informationen über Kauebene und laterale Aspekte zu gewinnen (Abb. 6). Als nächstes wurde ein mit Pattern Resin verstärktes Hilfsgerüst hergestellt. Dies diente dazu, jederzeit die Mund- mit der Modellsituation abgleichen, Übertragungsfehler vermeiden und einen spannungsfreien Sitz des geplanten Zirkonium-

### Laterale Verschiebung



Abb. 4 Das Oberkiefer-Situationsmodell und das anatomische Unterkiefer-Modell mit entsprechendem individuellem Löffel.



Abb. 5 Die individuelle Abformung mit abnehmbarer Zahnfleischmaske und Laboranalogen. Abb. 6 Das Meistermodell mit Modellanalogen und Zahnfleischmaske, wobei aus vermeintlich guter Absicht die retromolaren Strukturen teilweise abgeschnitten wurden (dies wurde mit Pattern Resin, GC Europe, Leuven, Belgien, korrigiert, siehe auch Abb. 13b).



Abb. 7 Ein Hilfsgerüst zum Abgleich der Mund- mit der Modellsituation für einen spannungsfreien Sitz des Zirkoniumdioxidgerüsts.

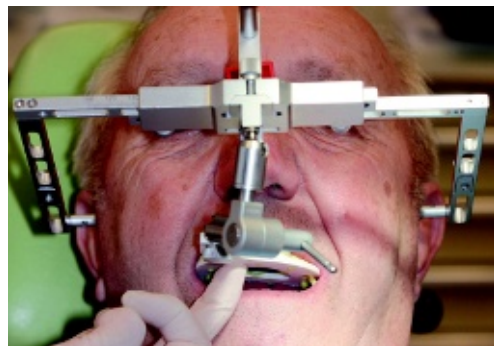


Abb. 8 Die Anlage eines arbiträren Gesichtsbogens zur schädelbezüglichen Ebenenorientierung des Oberkiefers.

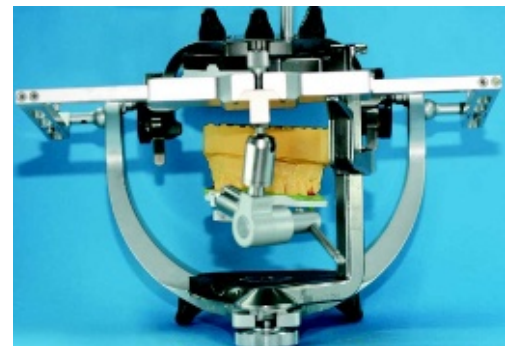


Abb. 9 Das Einartikulieren des Oberkiefers im Artikulator (Protar, KaVo, Biberach). Um Kompatibilitätsprobleme möglichst auszuschließen, verfügen Behandler und Labor einschließlich Transferbogen über die gleichen und aufeinander abgestimmten Systeme.

dioxidgerüsts sicherstellen zu können (Abb. 7). Parallel dazu wurde eine verschraubte Bisschablone angefertigt. Die habituelle Bissnahme erfolgte durch den Behandler. Als die Bissnahme einartikuliert wurde, ließ ein Blick von hinten durch den Artikulator die Befürchtung wachsen, dass hier etwas nicht stimmen konnte: Die Papilla incisiva und das Frenulum linguale standen nicht übereinander, deutliches Indiz einer lateralen Bissverschiebung (Abb. 8 und 9).

### Instrumentelle Neubestimmung der Kieferrelationen

Gemeinsam mit dem Behandler wurde beschlossen, eine instrumentelle Kieferrelationsbestimmung vorzunehmen. Man entschied sich für die IPR-Stützstiftregistrierung (Vertrieb Deutschland: Goldquadrat, Hannover). Mit dieser Methode können die retralen und anterioren Grenzen des Kiefergelenkraumes elektronisch ermittelt und anschließend der Discus-Condylus-Komplex mit dem notwendigen Freiraum, exakt zentrisch in habitueller Bisslage, positioniert werden.

Die Registratorträger – die Oberkieferschablone mit dem Stützstift und die Unterkieferschablone mit der Messplatte bzw. dem Sensor – wurden im Labor vorbereitet. Nachdem vom Behandler der Messvorgang durchgeführt und die optimale Kiefergelenkrelation



Abb. 10 Oral auf Implantaten verschraubte IPR-Trägerplatte mit Messensor, um ein Abhebeln mit der Zunge zu verhindern.

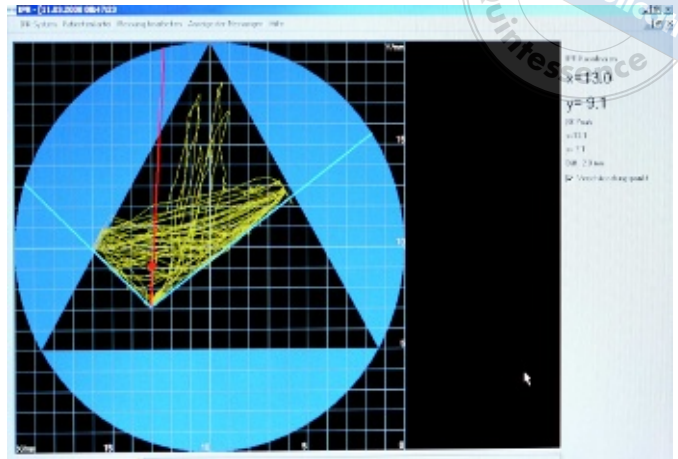


Abb. 11 IPR-Aufzeichnung der retralen und anterioren Grenzpositionen sowie der Exkursionsbewegungen (Protrusion und Laterotrusion). Der laterale Versatz ergibt sich aus der Diskrepanz zwischen habitueller und tatsächlich gemessener Bisslage (Screenshot).

ermittelt worden war, wurde das Registrat mit der gefundenen Stützstiftposition im Mund verschlüsselt (Abb. 10 und 11). Diese zentrale Relation war Bezugsposition für alle weiteren Schritte. Das Ergebnis einer solchen Relationsbestimmung kann optimal jedoch nur durch eine präzise Montage in einem justierbaren Artikulator umgesetzt werden.

Die IPR-Messung hatte eine Lateralverschiebung um ca. 2,5 mm ergeben. Darüber hinaus verliefen die Schneidekanten der Frontzähne nicht parallel zur Bipupillarebene und die Campersche Ebene war ebenfalls nicht kongruent zur gewünschten Okklusionsebene. Zudem musste noch die vertikale Dimension erheblich korrigiert werden: Der Sprechabstand betrug bei der alten Restauration knapp 8 mm (Abb. 12).

Die neu bestimmte Zentrik erforderte somit eine komplett neue Planung der Restauration. Das galt nicht nur für die Unterkieferversorgung. Hier verschoben sich die Schraubenaustrittskanäle, da ja die Implantate noch nach dem ursprünglichen Planungsstandard gesetzt worden waren. Auch die vorhandene Teleskopversorgung im Oberkiefer musste der neuen Situation angepasst und mit entsprechendem Aufwand umgearbeitet werden. Im Vordergrund stand jedoch erstmal, dass der Patient mit seinen für ihn ungewohnten „neuen“ horizontalen Verhältnissen zurechtkam, nicht nur unter ästhetischen und phonetischen Aspekten. Vor allem die Kiefern Muskulatur musste sich an die neue Bissituation gewöhnen können.

Dies wurde mit einer Trainingsprothese für den Unterkiefer und einer Reiseprothese für den Oberkiefer realisiert (Abb. 13a bis 14). Dafür war ein neues Wax-up notwendig. Gemäß den Regeln für die Totalprothetik wurde der Sprechabstand der Zahnreihen – unter anderem mit dem Aussprechen der Zahl „Sechshundsechzig“ – getestet. Das Wax-up im Unterkiefer wurde dabei mit einer Labor-Abutmentschraube fixiert.

Trainings- und Reiseprothese verblieben etwa einen Monat im Mund. Das verschaffte Behandler und Zahntechniker wiederum ausreichend Zeit für die zusätzlichen Arbeiten, vor allem im Oberkiefer (Abb. 15 bis 17b).

Umplanung und Umarbeitung



Abb. 12 Die im Artikulator nach der neuen Zentrikbestimmung eingesetzte Scanprothese macht nicht nur den Versatz deutlich.



Abb. 13a und 13b Die neue Wachsaufstellung für die Trainings- und Reiseprothese. Gut erkennbar sind die mit Pattern Resin nachträglich wieder angebrachten retromolaren Strukturen.



Abb. 14 Die Trainingsprothese, mit provisorischen Titanabutments auf allen Implantaten fixiert.

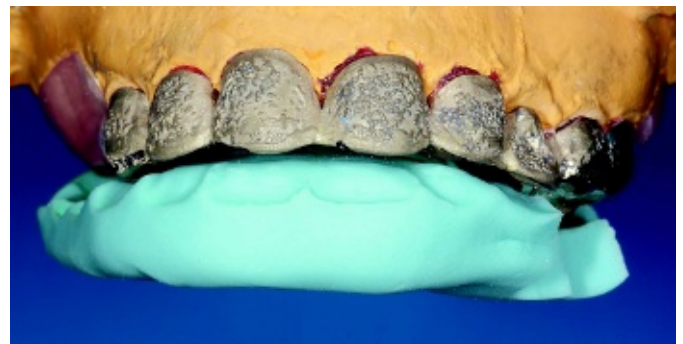


Abb. 15 und 16 Die Ausgangssituation. Die vorhandene Oberkiefer-Teleskopprothese wurde in den ursprünglichen Gerüstzustand zurückgeführt. Der am Gaumendach fixierte Silikonrückwall macht das Ausmaß der fehlenden Vertikaldimension der oberen Zahnreihe deutlich. Es mussten massive Retentionselemente aufgelasert werden, um die vertikale Verlängerung der oberen Schneidezähne ausreichend stabilisieren zu können.



Abb. 17a und 17b Die Diskrepanz zwischen dem Soll-/Ist-Zustand der Okklusalebene mit der Altprothese (links) und der abgenommenen Sekundärkonstruktion (rechts).

Nachdem der Patient mit seiner umgearbeiteten Versorgung sehr gut zurechtkam, wurde mit der definitiven Versorgung beider Kiefer begonnen. Aufgrund der veränderten Zentriken wichen im Unterkiefer die Positionen der Schraubenaustrittskanäle von ihrer ursprünglichen, prothetisch nahezu idealen, weil zentral okklusalen Positionierung zwar ab, aber noch in einem durchaus vertretbaren Rahmen, sodass die Kaukräfte immer noch vertikal auf die Implantatachse trafen. Die Verbinder wiederum konnten sehr stabil ausgeformt werden, ohne ästhetische Abstriche in Kauf nehmen zu müssen.

### Die definitive Versorgung

Die Modellation wurde im ProCera Forte Scanner gescannt und im Fräszentrum (Nobel Biocare) wurde dann das 12-gliedrige Zirkoniumdioxidgerüst hergestellt (Abb. 18 und 19). Im Sheffieldtest bestätigte sich der absolut passgenaue, spannungsfreie Sitz, Korrekturen waren nicht notwendig (Abb. 20 bis 21b).

Auf das Gerüst wurden paarweise verblockte Zirkoniumdioxidkappchen aufgesetzt, die keramisch verblendet und mit provisorischem Zement auf Kunststoffbasis befestigt wurden. Damit ließ sich elegant das „Problem“ mit den verschobenen Schraubenaustrittskanälen lösen. Zudem können Behandler und Zahntechniker eventuelle Revisionsarbeiten ohne großen Aufwand oder gar Zerstörung der Suprastruktur durchführen (Abb. 22 bis 24).

Die Verblendung wurde nach altersgerechten Aspekten gestaltet. Mit etwas opakeren, nicht mehr ganz so transluzenten Inzisalkanten und leichten Abrasionseffekten an 13 und 23. Eine noch stärkere Individualisierung wurde vermieden, um keine funktionalen Ein-



Abb. 18 Die Modellation des 12-gliedrigen Brückengerüsts, bereit zum Scannen (ProCera forte Scanner, Nobel Biocare).



Abb. 19 Das gemäß der Scandaten gefräste Zirkoniumdioxidgerüst (ProCera Implant Bridge Zirconia, Nobel Biocare).

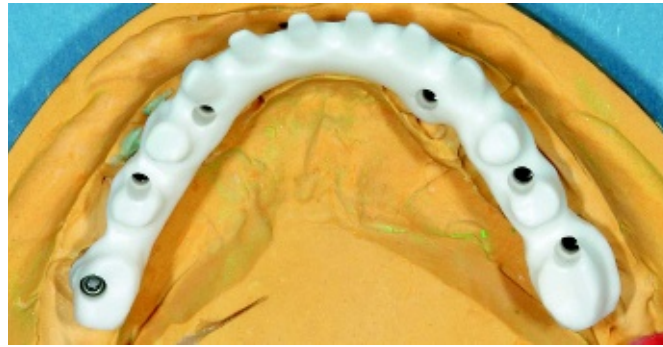


Abb. 20 Gut erkennbar sind die zur ursprünglichen Planung leicht verschobenen Positionen der Schraubenaustrittskanäle.



Abb. 21a und 21b Passgenau und passive fit: das Gerüst auf den Laboranalogen (ohne Zahnfleischmaske).



Abb. 22 Yttriumstabilisierte Zirkoniumdioxid-Caps, paarweise hergestellt.



Abb. 23 Lose aufgesteckte Kronen nach dem Glanzbrand (verblendet mit NobelRondo, Nobel Biocare), die rosafarbene Zahnfleischmasse wird später aufgetragen.



Abb. 24 Das Gerüst (mit abgenommenen Caps) nach dem Glanzbrand der Gingiva zur Überprüfung des spannungsfreien Sitzes mit eingesetztem Verschluss des Schraubenkanals in regio 43.



Abb. 25 Die Nachbildung des Gingivalsaums vor dem Glanzbrand.



Abb. 26a und 26b Mittels paarweise verblockten Caps mit Zahnfleischanteil wurden die Schraubenaustrittskanäle, hier in regio 33, verschlossen.



Abb. 27 Die minimale Ausformung zwischen 41 und 42 als Abziehhilfe für die Caps, der Schraubenaustrittskanal in regio 43 ist mit einem Stopfen verschlossen.

schränkungen zu riskieren (Abb. 25 bis 27). Die Schleimhautaufgabe wurde zwar ebenfalls verblendet, hier würde der Autor aber in Zukunft anders vorgehen und gleich das Zirkoniumdioxidgerüst entsprechend gestalten. Die Vorteile sind eine höhere Dichte,



Abb. 28 Die fertige Arbeit auf dem Modell.



Abb. 29a und 29b Die fertige Arbeit in situ temporär zementiert und unmittelbar nach dem Eingliedern.



Abb. 30 Die dafür notwendigen Arbeits- bzw. Zwischenschritte.

keine Risiken von Abplatzungen aufgrund von Zugspannungen an der Unterseite der Prothetik, höhere Steifigkeit des Gerüsts, eine hohe Biokompatibilität und keine Plaqueanlagerungspotenziale. Zudem bringt es eine nicht unerhebliche Zeitersparnis in der Nachbildung des Zahnfleisches.

Dennoch kann man sagen, dass der Patientenfall, nachdem er zunächst ein Misserfolg zu werden drohte, durch die gezeigte Vorgehensweise letztendlich doch noch zu einem Erfolg geführt werden konnte (Abb. 28 bis 30).



Die Morphologie der Zähne muss aus dynamisch-funktioneller Sicht gesehen werden. Diese Aussage ist eigentlich eine „Binsenweisheit“ und doch kann man es, wie der vorliegende Fall beweist, nicht oft genug betonen: Im rest- wie im unbezahnten Kiefer sollten möglichst schon zu Behandlungsbeginn die dynamischen Wechselwirkungen zwischen den Kiefergelenken, dem neuromuskulären System und dem Zahnersatz über eine instrumentelle Funktionsanalyse exakt erfasst werden.

Fazit

Die Vorteile einer klinischen Anwendung der Stützstiftmethode (wie mit dem hier eingesetzten IPR-System) speziell in der Implantatprothetik wiegen die zusätzlichen Arbeitsschritte auf: Bereits in der Planungsphase arbeitet man mit funktionsgerechten Zuordnungen von Ober- zu Unterkiefer und erhält somit die Sicherheit, die Implantation unter zentrischer Relation durchzuführen. In Anbetracht der Gesamtkosten einer implantatprothetischen Vollversorgung nicht nur auf keramischer Basis dürfte ein derartiges Vorgehen – vor allem mit entsprechender Argumentationsführung beim Patienten – sicherlich nicht zu einer Ablehnung der Planung führen.

Eher fördert es das Vertrauen des Patienten in die Kompetenz seines Behandlungsteams.

Bezüglich der Chipping-Problematik kann angenommen werden, dass sich der eine oder andere auslösende „Effekt“ dank einer funktionsdiagnostisch basierten Restauration quasi von selbst erledigt. Wo Kaukräfte über Dreipunktkontakte lotrecht in die Wurzelachse eingeleitet und Scherkräfte vermieden werden, dürfte sich das Chippingrisiko weitgehend auf Material- und Fertigungsfehler reduzieren. Diese wiederum sollten sich durch eigenes Können und die ausschließliche Verwendung von geprüfter Markenware weitgehend unter Kontrolle halten lassen.

Bei allen Beteiligten und vor allem meinem Laborteam möchte sich der Autor für das gute Ergebnis und die vertrauensvolle Zusammenarbeit bedanken.

Danksagung

ZTM Rüdiger Wandtke, Wandtke Dental-Technik GmbH Lüneburg  
Kurt-Huber-Straße 1, 21337 Lüneburg  
E-Mail: lueneburg@wandtke-dental.de

Adresse des Verfassers