

# Komplexe Revision einer Teleskop-Prothese

Die Neuanfertigung einer teleskopierenden, abnehmbaren Arbeit beschreibt Martin Wepler. Der Patientenfall war komplex und vertrackt – eine wahre Herausforderung, zumal die Primärteile noch einwandfrei waren.

Eigentlich wünschte sich Herr R. nur eine Revision seiner Sekundärkonstruktion, weil diese über die Jahre abgenutzt war. Das war Stand der Dinge, ehe Zahnarzt und Labor die Arbeit nach längerer Tragedauer zu Gesicht bekommen haben. Schnell sollte alles gehen, mit möglichst wenig Zahnarztbesuchen und natürlich so günstig wie möglich ...

Dieses „Boxenstopp-Wunschdenken“ der Patienten kennen wir alle – pfeilschnell soll es passieren, eben wie der Reifenwechsel bei der Formel 1. Vielleicht können wir uns mit Hilfe der CAD/CAM-Technologie diesem Ziel zumindest asymptotisch annähern. Weniger Sitzungen, aufeinander aufbauende Scans und virtuelle Konstruktionen innerhalb eines CAD-Baukastenprinzip, das größtmögliche Umgehen von physischen Modellen für Zwischen- und Hilfskonstruktionen – so könnte der Lösungsweg aussehen.



Autor

**ZTM Martin Wepler**

Mail [weplerschwarzwald@gmail.com](mailto:weplerschwarzwald@gmail.com)

Unser Patientenfall soll auch dazu dienen, drei Thesen zu überprüfen, die wir für diesen Fall definiert hatten:

## These 1

**Durch die CAD/CAM-Technologie wird es möglich sein, die Anzahl der Sitzungen und Arbeitsschritte zu straffen.**

## These 2

**Gedruckte Modelle bzw. gedruckte Stümpfe auf Basis eines Intraoralscans erlauben reproduzierbare Rückschlüsse bzgl. Passung und Friktion auf die reale Mundsituation.**

## These 3

**These 2 trifft ebenso auf ein gedrucktes Sekundärteil zu, wenn dieses in der klassischen Gusstechnik hergestellt wird.**



Modelle – gedruckt mit Formlabs

Eine Krone oder Brücke zu ersetzen wird wohl, mithilfe von CAD/CAM-Arbeitsschritten und den dort verfügbaren Hilfselementen, in Zukunft weitgehend ohne Modelle und ohne Labor-Artikulator machbar sein. Merkwürdiger dagegen gestaltet sich die Neuanfertigung einer teleskopierenden, abnehmbaren Arbeit, wenn sich die Primärteile in noch einwandfreiem Zustand in situ befinden und keinerlei klinische Notwendigkeit besteht, diese und das umliegende Gewebe einer Revision zu unterziehen.



So war die Ausgangssituation nach Abnahme der Sekundärkonstruktion

Primärteile abzuformen, ein klassisches Modell aus Gips oder Kunststoff herzustellen und darauf passende und friktive Sekundärteile anzufertigen, bringt gewisse Herausforderungen mit sich.

Und kein Behandler oder Zahntechniker hat Lust darauf, Sekundärteile mit deutlich zu strammer Friktion im Mund des Patienten anzupassen.

Im Zuge der jedes Jahr gefertigten, implantatbasierten, abnehmbaren Arbeiten werden solche Aufgaben zunehmen. Während implantatgetragene Primärteleskope oft einfach zu entfernen sind (wenn schraubbar) und ein der Mundsituation analoges Modell dann herstellbar ist, ist dies, bei auf natürlichen Stümpfen zementierten Primärteilen, nicht so einfach durchführbar. Zu viele Variable im Bereich der Expansion und Kontraktion gilt es unter den funktionellen Hut zu bringen.

Wie einfach müsste es dagegen sein, die im Mund be-

findlichen Primärteile zu scannen, auf Basis der ermittelten Datensätze Sekundärteile zu konstruieren, diese zu fräsen, ohne große Nacharbeit auf die Primärteile im Mund zu setzen und die im selben „Aufwasch“, also auf Basis der im CAD konstruierten Sekundärteile, gefertigte Tertiär- bzw. vollanatomische Überkonstruktion mit den Sekundärteilen im Mund zu verkleben.



Scan ohne Puder



An der Konusarbeit (2°) im Oberkiefer waren die Jahre beileibe nicht spurlos vorüber gegangen. Großflächige Abplatzungen und massive Abrasionen, selbst an den freigelegten Goldarealen.

Über eine längere Lebensphase hinweg diente die Prothese als Stressbrecher. Die Vertikale war nicht mehr da, wo sie sein sollte bzw. irgendwann einmal war. Mit der vorhandenen Bisslage und Bisshöhe hatte sich der Mann mehr schlecht als recht arrangiert. Zu übernehmen wäre sinnlos und sträflich gewesen. Wie man auf den Bildern unschwer erkennen kann, wurde über Jahre fleißig auf den Gold-„Kauflächen“ der Sekundärteile gearbeitet. Der Patient berichtet auch über Verspannungen im Na-

ckenbereich und Spannungskopfschmerz. Mittlerweile hat er weniger Stress, aber er sucht und findet natürlich gewohnheitsmäßig seinen zu tief manifestierten Fehlbiss. Via Schienentherapie wurde über einen längeren Zeitraum der Habitus umprogrammiert und der Biss für den dringend benötigten Platz gehoben.

Und last but not least hatte den Mann von Anbeginn der Transversalbügel der Arbeit gestört.

Im vorliegenden Fall hätte man wohl auch darüber nachdenken können, die Primärteile zu entfernen, um dann eine festsitzende Brücke von Ohr zu Ohr aus Zirkonoxid zu bauen. Das wollte der Patient aber nicht. Das hätte zu viel Vor- und Umbauarbeit nötig gemacht und erhöhte Kosten verursacht. Und nicht wenige Menschen wissen die Vorteile einer abnehmbaren Teleskoparbeit zu schätzen, so auch unser Patient. In manchen Fällen ist der abnehmbare ZE die bessere Lösung.

Herr R. war und ist mit seiner frontalen Ästhetik, was Form, Stellung und Farbe angeht, zufrieden. Selbstredend sind die Verblendungen über die Jahre stumpf und monochrom geworden. Im Gespräch mit dem Patienten stellte sich heraus, dass die Friktion mittlerweile merklich nachgelassen hat. Er konnte die Prothese mit der Zungenspitze bei leichter Mundöffnung herunterhebeln.



Das Ausmaß der Zerstörung war von labial nicht erkennbar. Der Patient wünschte sich bei der neuen Arbeit eine ähnliche Optik.

Über allem stand für den Patienten der große Wunsch, Kosten und Aufwand so gering wie möglich zu halten. Als er darauf aufmerksam gemacht wurde, dass seine massive Teleskoparbeit aus einer hochgoldhaltigen Legierung über die vielen Jahre zu einer kleinen Geldanlage mutiert wäre, freute er sich umso mehr.

Die neuen Sekundärteile würden später mit gerade einmal 4,89 Gramm hochgoldhaltiger Legierung zu Buche schlagen. Das entspricht nur 0,815 Gramm pro Sekundärteil. Die alte Arbeit des Patienten dagegen wiegt 37,2 Gramm, beinhaltet also, nach Abzug von allen unedlen

Bestandteilen, zirka 30 Gramm hochgoldhaltige Legierung.



So wurden die neuen gefrästen Sekundärteile angeliefert (Firma C.Hafner). Gewicht: nur 4,89 Gramm!

## Die Theorie

Die einzelnen Etappen waren folgendermaßen geplant:  
Sitzung 1

1. Intraoralscan mit alter Prothese
2. Intraoralscan mit Primärteilen
3. Intraoralscan UK Gegenbiss

### Labor

4. Herstellung der Modelle in 3D-Druck
5. CAD-Konstruktion Sekundärteile
6. CAD-Konstruktion tertiär
7. CAD-Konstruktion neues Set-up mit Bisserrhöhung
8. Herstellung neues Set-up im 3D Druck
9. Fräsen Gold-Sekundärteile extern (C.Hafner)
10. Herstellung Tertiär (SLM, Fräsen oder Gießen)

### Sitzung 2

11. Einprobe gedrucktes Set-up im Mund
12. Einstellung Biss, Phonetik, Ästhetik
13. Einprobe Sekundärteile mit Tertiär
14. Verkleben tertiär
15. Überabformung

### Sitzung 3

16. Einprobe Aufstellung, Verifizierung durch Behandler

### Labor

17. Fertigstellung

### Sitzung 4

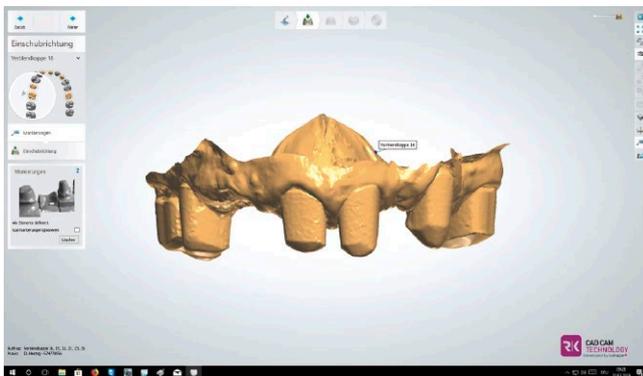
18. Einprobe fertige Arbeit, Feinjustage, Friktion in situ

## Die Praxis

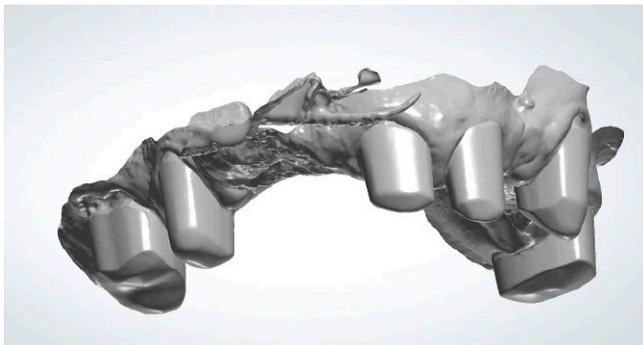
Anmerkung: Dies war der erste Fall, der im Team Labor und Praxis auf diese Weise angegangen wurde. Erfahrungswerte für die Sekundärteile auf Basis eines IO-Scans lagen also noch nicht vor.

Folgende kleinere Stolpersteine lagen deshalb im Weg:

1. Der erste Scan (puderfrei) mit dem IO-Scanner zeigte im CAD-Programm im Labor Artefakte. Obwohl Sirona ein puderfreies Scannen auch bei Metall empfiehlt, wurde der nächste Scan mit einer Puderbeschichtung durchgeführt. Die Oberflächen im CAD waren nun perfekt.



Die deutliche Orangenhaut des ungepuderten IO-Scan. Die Reflexion scheint doch zu stark gewesen zu sein.



Das Ergebnis des IO-Scan mit Scan-Puder

2. Die erste Serie der Sekundärteile wurde mit Passungswerten konstruiert (3shape/Dental Designer), die bisher mit Erfolg für Teleskope mit 0° und Schulter verwendet wurden. Die erste Serie Sekundärteile war deutlich zu eng.

3. Auf Basis der STL-Files, die aus dem gepuderten Scan ermittelt wurden, konstruierten wir Sekundärteile mit

den identischen Passungswerten, wie unter Punkt 2 und Sekundärteile mit geänderten Passungswerten, aber immer noch bezogen auf die allgemeinen Konstruktionsdaten von 0°-Teleskopen. Ergebnis: Die Teile waren deutlich zu groß und ohne jede Friktion.

Hier zeigte sich nun – wie erwartet – ein mehr als deutlich mess- und fühlbarer Unterschied von gepudert zu ungepudert. Logisch.

Die Sekundärteile, die mit den geänderten Passungsparametern konstruiert wurden, zeigten eine nahezu perfekte Friktion, gingen jedoch nicht bis zum Rand des Primärteils, waren also zu kurz, weil sie auf dem Kronendeckel aufsaßen.



Ziel noch nicht ganz erreicht. Friktion fast perfekt, aber noch kein finaler, kongruenter Sitz.

4. Die nächste Serie Sekundärteile wurde in der Exocad-Software, auf Basis der Einstellwerte konstruiert, die das Labor tagtäglich für die Konstruktion von NEM-Sekundärteilen auf konischen Primärteilen verwendet (Gefräste NEM-Sekundärteile werden bei kombident im Outsourcing Verfahren eingekauft).

Ergebnis: Passung und Friktion waren nun, nach minimaler Innenpolitur, perfekt!

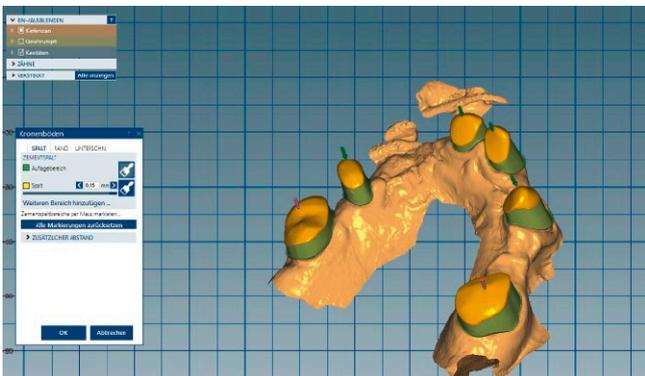
Zu These Nr. 2

Gedruckte Modelle bzw. gedruckte Stümpfe auf Basis eines Intraoralscans erlauben reproduzierbare Rückschlüsse hinsichtlich Passung und Friktion auf die reale Mundsituation.

Die auf dem gedruckten, ungesägten Modell und den gedruckten Einzelstümpfen vorhandene Friktion und Passung der diversen Sekundärteile erlaubte in unserem Fall reproduzierbare Rückschlüsse auf die Friktion und Passung im Mund auf den Original Gold-Primärteilen.



Die beiden Einser sitzen noch nicht final. Nach einer minimalen Innenpolitur war der gewünschte finale Sitz wie bei 23 gegeben.



Es wurden die identischen Konstruktionsdaten verwendet, die im Labor auch für NEM-Sekundärteile verwendet werden (Spalt im Okklusalbereich)



Die Sekundärteilpassung auf dem gedruckten Modell erlaubte Rückschlüsse auf die spätere Passung im Mund. Die Friktion war in situ einen Tick strammer, aber ideal für die gewünschte Feinkorrektur.

Konkret bedeutet dies: Auf den gedruckten Stümpfen hatten die Sekundärteile einen definierten, finalen Endsitz mit sehr guter Randpassung. Die Friktion war perfekt. Natürlich ist das Haftreibungsverhalten von Gold auf Kunststoff ein anderes als das von Gold auf Gold und gestattet ein weiches Aufsetzen. Wie also würde die Mundsituation sein?

Im Mund zeigte sich eine sehr gute Randpassung. Die Friktion war etwas strammer, aber genau um ein Maß, welches für eine Justierung noch voll im Bereich einer akzeptablen Nacharbeit lag. Das Ziel, eine dezent zu stramme Friktion in situ zu erzielen, deren Justierung einfach von statten ging (Bims, Pasten, etc.) war erreicht worden. Getreu dem Prinzip „lieber einen Tick zu stramm als zu locker“.

Ähnliche Paradigmen fanden wir beim Set-up, welches vom Patienten selbst eingesetzt und ausgegliedert wurde und auf dem gedruckten, ungesägten Kunststoffmodell eine etwas geringere Friktion als in situ hatte. Die Friktion bezeichnete der Patient als sehr angenehm.

Die Okklusion und Vertikale wurde im Mund feinjustiert und vom Patienten verifiziert.



Das gedruckte Set-up in situ. Der Patient kann seine spätere Arbeit bereits jetzt „probefahren“ und Friktion, Handling, Haptik und Phonetik spüren und testen.

### Drucken und Gießen

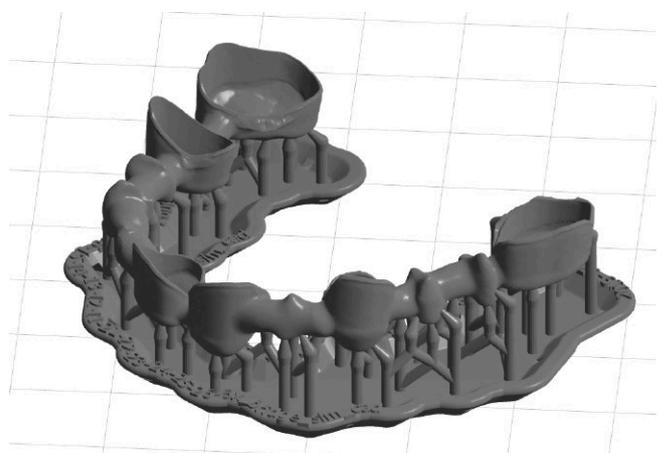
**These 2 trifft ebenso auf ein gedrucktes Sekundärteil zu, wenn dieses in der klassischen Gusstechnik hergestellt werden sollen.**

Wer, aus welchem Grund auch immer, Sekundärteile auf im Mund befindlichen Primärteilen fertigen möchte oder muss (weil zum Beispiel eine ganz bestimmte Legierung Verwendung finden soll), für den bietet sich dieser Weg an. Die gedruckten Teile können im Mund eingesetzt und auf Passung und Friktion geprüft und angepasst werden. Bei exakter Einhaltung bewährter Einbettmassen- und Gießparameter erhält man dann ein passgenaues Sekundärteil mit Friktion. Dieser Test wurde im Labor durchgeführt und zeigte sehr positive Ergebnisse.

Die folgenden Bilder zeigen weitere Eindrücke vom Verlauf der Arbeit



Ebenfalls möglich im 3D Druck – Herstellung eines Gerber Registrats



Tertiärstruktur – angelegt im CAM-Programm des Drucker



Die Tertiärstruktur – gedruckt, gewaschen und endgehärtet



Verkleben der Tertiärstruktur im Mund (Panavia V5/Kuraray)



Verklebte Sekundärteile von basal. Ein Vorteil der gefrästen Sekundärteile aus einer extraharten Legierung gegenüber Galvano ist, dass die Ränder der Sekundärteile nicht komplett von der Tertiärstruktur gefasst werden müssen, um gegen eine Aufbördelung geschützt zu sein. Dies gestattet einen sauberen Abschluss der bei der weiteren Fertigstellung verwendeten Kunststoffe, eine komplette Überdeckung des Klebspaltes mit einer zusätzlichen Retention zwischen Tertiär und Goldkappchen.



Wie gedruckt (siehe Abb. oben) wurde die Tertiär eingebettet und herkömmlich gegossen. Selbstverständlich hätte man diese auch outsourcen und im SLM-Verfahren drucken lassen können. Der Vorteil der Variante gedruckte Kunststoff-Tertiärstruktur plus Gießen ist, dass Anpassungen und Änderungen noch problemlos am Kunststoffteil vorgenommen werden können.

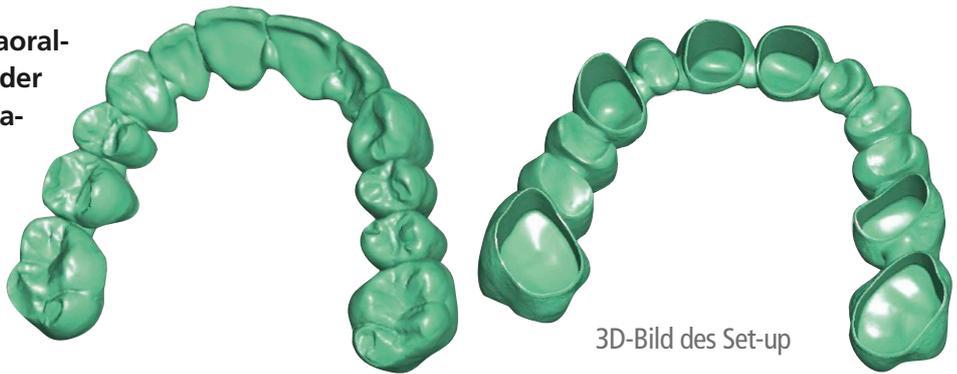


Erste Anprobe der fertiggestellten Arbeit für weitere Feinkorrekturen. Die im Vergleich mit dem Unterkiefer hellere Zahnfarbe war so vom Patient gewünscht.

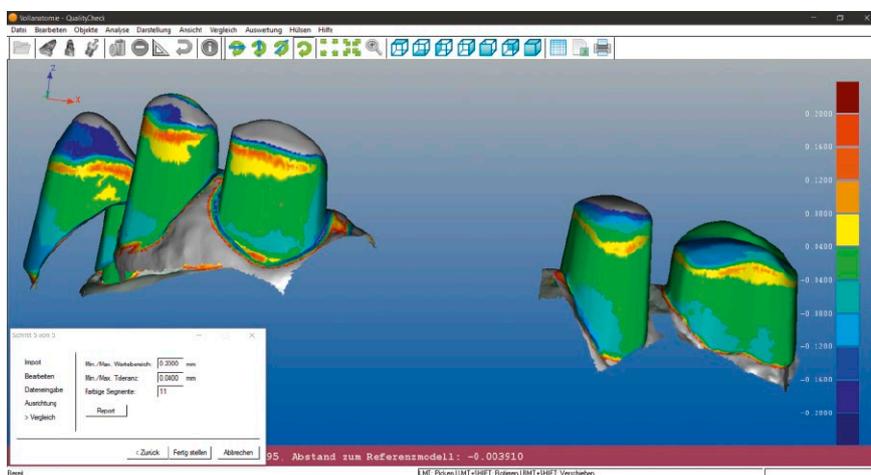
## Finaler Test – Abgleich der Intraoral-scan-Daten mit den STL-Daten der Set-up-Konstruktion mit der Analyse Software QualityCheck

Zu guter Letzt hat uns noch interessiert, welche Übereinstimmung die digitale Konstruktion des vollanatomischen Set-Up mit den Daten des Intraoralscans hat bzw. wie groß die Abweichungen sind.

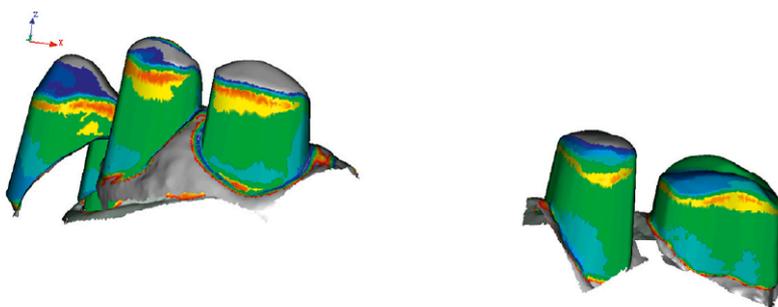
Mit Hilfe der Software QualityCheck (r2 Dental/Remchingen) haben wir einen Abgleich durchgeführt. Diese Software führt einen Ist-Soll Vergleich, eine Abweichungsanalyse und eine Hinterschnittberechnung durch.



3D-Bild des Set-up



Behandler: weppler	Mehr als 0.2000 mm:	0.00%	
Patient:	0.1600 bis 0.2000 mm:	1.28%	
Boarbeiter: riqi	0.1200 bis 0.1600 mm:	1.44%	
Datum: Freitag, 19. Juli 2019	0.0800 bis 0.1200 mm:	2.12%	
Uhrzeit: 15:58 Uhr	0.0400 bis 0.0800 mm:	5.61%	
Kommentar:	-0.0400 bis 0.0400 mm:	29.74%	
Messwerte: 62244	0.0400 bis 0.0800 mm:	13.07%	
Wertebereich: -0.20000 bis +0.19999 mm	-0.0800 bis -0.1200 mm:	9.05%	
Durchschnitt: 0.06277 mm	-0.1200 bis -0.1600 mm:	4.78%	
RMS-Fehler: 0.08043	-0.1600 bis -0.2000 mm:	3.22%	
	Weniger als -0.2000 mm:	0.00%	
	Ohne Abstandswert:	29.69%	



Vergleich der beiden Datensätze Set-up und Intraoralscan durch Überlagerung und Abgleich in der Software Quality Check (r2 Dental/Remchingen)

Ergebnis: Wir waren überrascht, wie gut der Datensatz der Set-up-Konstruktion im Abgleich mit dem Datensatz des Intraoralscans ist. Nahezu 30 Prozent der rechnerisch ermittelten Spaltmaße liegen im sehr guten Bereich von 40 µm Spielpassung. Nahezu alle Stellen an den Primärteilen, die auf Null-Passung konstruiert waren (zum Beispiel Spacer-Auftrag im Bereich der Okklusalfächen) wurden ermittelt.

Die gemessenen, theoretischen Werte bestätigen auch den haptischen Eindruck, welchen das ausgedruckte Set-up im Mund auf den Primärteilen vermittelte.

Echte Schiffe, die bereits in früheren Untersuchungen mit Galvano-Sekundärteilen und gefrästen Gold-Sekundärteilen gemacht wurden, zeigten Spaltmaße im Bereich von 12 µm bis 43 µm. Wie bei der manuellen Herstellung sind die Paradigmen bei der rein digitalen Herstellung vergleichbar. Innerhalb einer Abfolge von sich konträr beeinflussenden Fehlermöglichkeiten gilt es, die Prozesse so zu steuern, dass das Werkstück am Ende die gewünschte Passung und Funktion hat.



Ende gut – alles gut. Viele Köche verderben ausnahmsweise mal nicht den Brei! Von links nach rechts: Dr. Jochen Früh (Bruchsal), ZTM Dirk Heeger (kombident Zahntechnik/Eggenstein), ZTM Martin Weppeler (dentalgerade/Weingarten/Baden) und der sehr geduldige Patient. Rechts auf dem Tray die „Goldanlage“ in Form der alten Prothese. Kleines Bild: ZTM Artur Kublik (kombident Zahntechnik/Eggenstein).

### Ergebnis und Fazit

Primärteile im Mund scannen, Sekundärteile im CAD konstruieren, fräsen, drucken oder fräsen lassen, einsetzen, Sammel-Abformung bzw. Überabdruck mit der bereits parallel konstruierten und gefertigten Tertiärarbeit, eventuell verkleben im Mund oder, wenn notwendig, auf einem gedruckten Modell – so kann ein Lösungsweg aussehen. Der Drucker als cleveres und, je nach Modell, preiswertes Werkzeug für multipel einsetzbare Hilfsteile ist dann ohne Diskussion das Mittel der Wahl, wenn STL-Files zügig und günstig in realistische Konstruktionen umgesetzt werden sollen, die dann weit mehr als nur ein Anschauungsobjekt sind.

Die Möglichkeit, von gedruckten Modellen und den darauf gefertigten Konstruktionen realistische Rückschlüsse auf die tatsächliche Situation und Funktion zu schließen bzw. Konstruktionen direkt im Mund zu testen, anzupassen und dann im CAD geändert fertigzustellen, scheint gegeben zu sein. Vorausgesetzt, sämtliche materialspezifischen und passungsrelevanten Parameter sind aufeinander reproduzierbar abgestimmt. Wer seine Teile außer Haus fertigen lässt, ganz gleich aus welchem Material, sollte sich einmal zu Beginn sorgfältig seine benötigten Parameter, in Zusammenarbeit mit dem Fertigungsdienstleister erarbeiten, die wie ein roter Faden beibehalten werden. Aber dies ist eine *Conditio sine qua non* und für jeden Zahnarzt und Zahntechniker weiß Gott nichts Neues.

Behandlungsverfahren können so gekürzt und/oder sicherer und vorhersagbarer gemacht werden, die Variabilität innerhalb unterschiedlicher Materialgruppen zu arbeiten ist vielfältig, und die Sitzungen am Stuhl können dezimiert bzw. gestrafft werden.

Der 3D-Drucker wird in der Zahntechnik mehr und mehr den Platz einnehmen, den er in der Industrie ja bereits hat: Als Druckmaschine für äußerst realistische Prototypen. Und er wird, wenn die entsprechenden Materialien verfügbar und geländegängig, sprich mit 2a Zulassung und entsprechender Langzeitstabilität, einsetzbar sind, dann

auch für nicht so solvente bzw. anspruchsvolle Patienten einen optisch akzeptablen, funktionellen und tragbaren Zahnersatz von der Stange generieren.

Auch wenn Viele es nicht gerne hören, aber wenn, wie im vorliegenden Fall, bereits eine für den Patienten tolerable Ästhetik in Form einer Arbeit vorhanden ist, ist eine solche Lösung noch weitaus denkbarer. Wir haben den Patienten gefragt, was er machen würde, wenn das gedruckte Set-up, welches wir ihm eingesetzt hatten, in einer akzeptablen Optik und akzeptablen Lebensdauer wie bei anderen gängigen Konsumer-Produkten zu einem deutlich geringeren Preis erhältlich sei. Seine Antwort kennen Sie, liebe Leser. Wird es also eines Tages eine Art „Prêt-à-porter“ in der Zahntechnik geben? Wer weiß? Aber das war ja nicht unser Thema. ■

### Vielen Dank!

Unser Dank geht an die Firma C.Hafner, die uns im Rahmen unserer diversen Passungstests mit großer Geduld und entsprechenden „Trial and Error-Sekundärteilen“ unterstützt und an ZTM Ralph Riquier von r2 Dental, der die Messungen mit der QualityCheck Software durchgeführt hat. Vor allem aber geht der Dank an den über alle Maßen geduldigen Patienten.