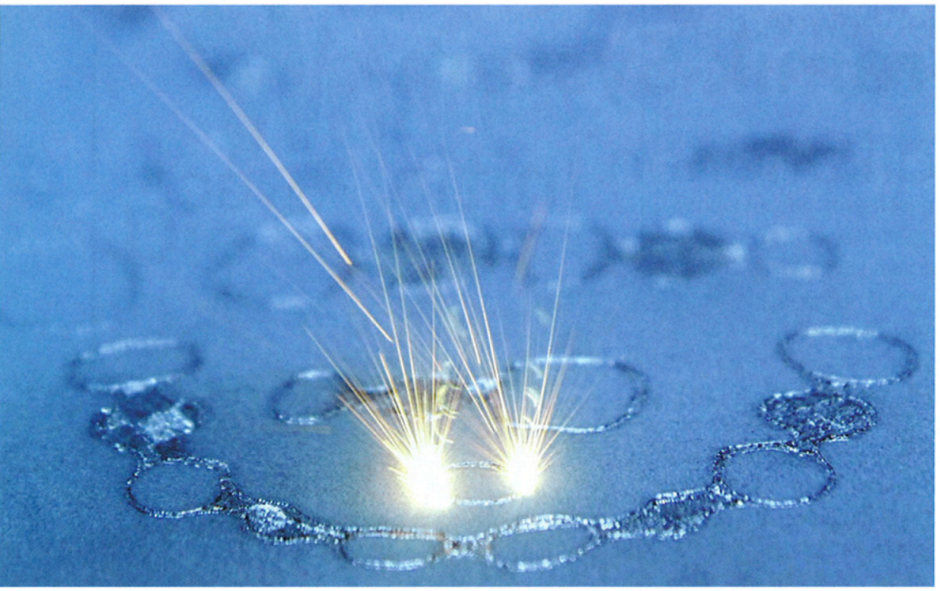
QZ Quintessenz
3/2011, verbreitete Auflage: 12.500



Zusammenfassung
Dieser Beitrag veranschaulicht, wie verschiedene kombinationstechnische Problemstellungen im zahntechnischen Labor CAD-unterstützt gelöst werden können. Den zweiten Teil des Beitrags bildet ein Anwenderbericht eines Labors, der die Herstellung eines Schubverteilers mithilfe von CAD-Software und anschließendem Lasersintern beschreibt.

Indizes
CAD/CAM, Kombinationstechnologie, Lasersintern, Teleskoptechnik, Tertiärkonstruktionen, Schubverteiler

CAD-unterstützte lasergestützte Fertigung von Zahnersatz

Fallbeispiele aus der Kombinationstechnologie

Gregor Szwedka, Ludovic Claisse

Einleitung

Viele zahntechnische Labore lösen anspruchsvolle kombinationstechnische Problemstellungen inzwischen mithilfe von CAD-Software (Abb. 1). Sie arbeiten dabei oft noch experimentell und betreten konstruktionstechnisches Neuland. Gerade bei der Bearbeitung komplizierter Fälle kommt es aber auf den richtigen „Kniff" an. Dieser Beitrag veranschaulicht, wie verschiedene Konstruktionsfälle CAD-unterstützt gelöst werden können. Den zweiten Teil bildet ein Anwenderbericht aus einem Dentallabor, in dem die Herstellung eines Schubverteilers mithilfe von CAD-Software und anschließendem Lasersintern geschildert wird.

Fall 1: Teleskoptechnik

Die Teleskoptechnik ist inzwischen ein beliebtes Einsatzgebiet des CoCr-Lasergenerierverfahrens. Die Software erlaubt eine definierte Fräsflächengestaltung und, mithilfe einiger anwendungstechnischer Tricks, eine außerordentlich hohe Präzision. Durch die zahlreichen Parameter können die Konstruktionseigenschaften viel exakter gesteuert werden, zum Beispiel die für die Passung entscheidenden Zementspaltwerte. Aber auch die definierten Wandstärken tragen zu einem effizienten Arbeiten bei (Abb. 2).

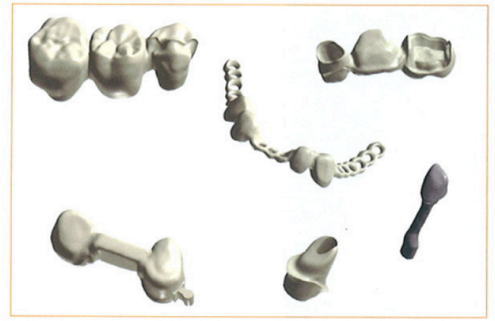


Abb. 1 Beispiel für die Vielfalt möglicher Konstruktionen.

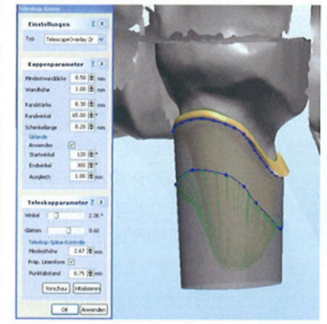


Abb. 2 Die Auswahl der Parameter für eine Primärkrone (DentalDesigner™, Wieland Dental+Technik, Pforzheim).

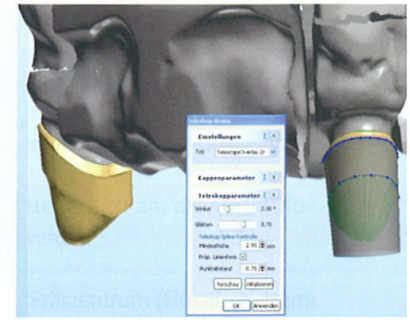


Abb. 3 Die Auswahl der Teleskop-Parameter.

Abb. 4 Lasergenerierte Primärteleskope, so erfolgt die Auslieferung an das zahntechnische Labor.

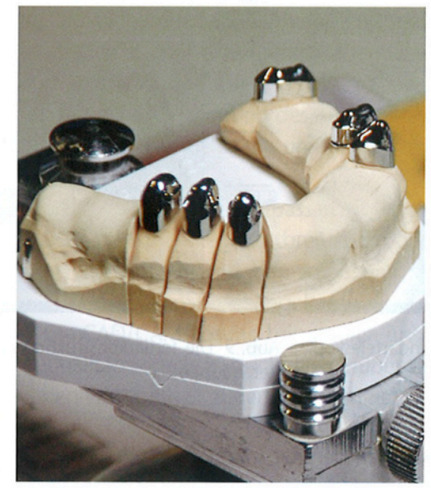


Abb. 5 Fertig polierte Primärteleskop-Kronen aus CoCr SP 2.

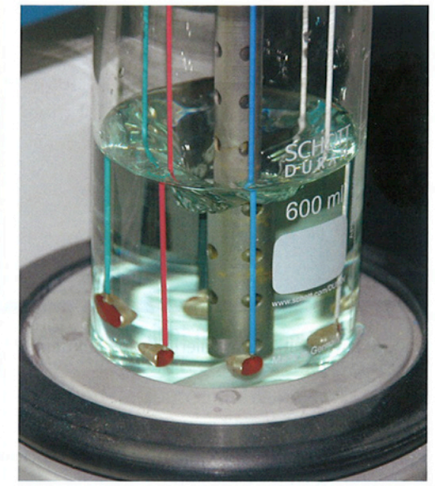


Abb. 6 Die Herstellung der Sekundärteleskope mittels AGC® Galvanotechnik.

Hinzu kommt, dass die Einschubrichtung und der Winkel der Fräsflächen digital festgelegt werden und somit keine Unsicherheiten durch die manuelle Einstellung mit einem Parallelometer mehr bestehen. Das Lasergenerierverfahren garantiert nach Erfahrung des Autors konstante Ergebnisse, denn nur so kann der Techniker die individuellen Parameter situationsgemäß anpassen (Abb. 3).

Durch die für NEM relativ geringe Vickershärte der lasergesinterten CoCr-Primärteile von ca. 320 ist verhältnismäßig wenig Nacharbeit für die Primärkronen erforderlich. Anschließend können die Sekundärteleskope je nach den Möglichkeiten und Vorlieben der Techniker hergestellt werden. Eine der zahlreichen Lösungsvarianten ist die Erstellung einer galvanischen Sekundärkrone. Die Kronenstärke lässt sich minimalistisch gestalten und die teleskopierende Wirkung mithilfe des direkten Auftrags auf dem Primärteleskop sehr gut herstellen (Abb. 4 bis 6).

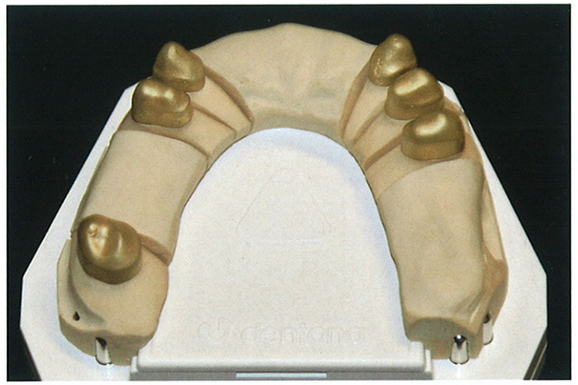


Abb. 7 Die fertigen Sekundärteleskope.

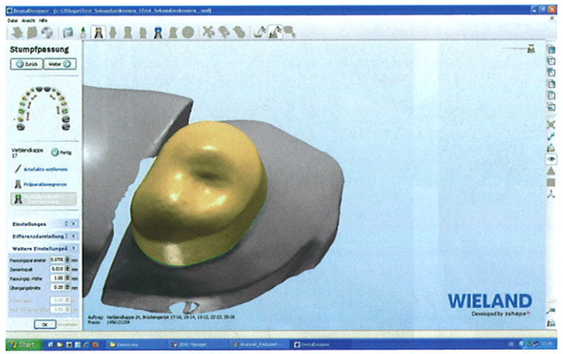


Abb. 8 Eine digital konstruierte Krone auf dem Sekundärteleskop.

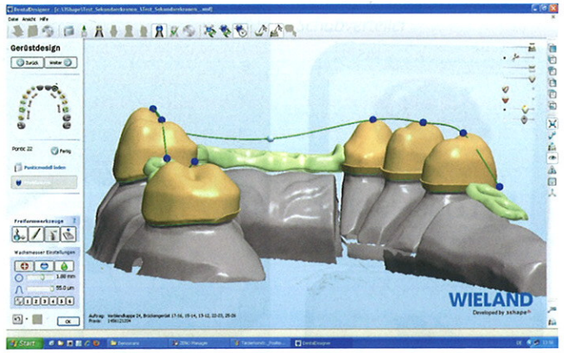


Abb. 9 Die Tertiärkonstruktion mit Platzierung der Ringloch-Retentionen.

Fall 2: Tertiärkonstruktionen

Für den Verbund der galvanischen Sekundärkronen benutzt man häufig ein Tertiärgerüst, das mithilfe von CAD ebenfalls gut und komfortabel und vor allem zeitsparend erstellt werden kann (Abb. 7). Für den Techniker entfallen zahlreiche fehlerbehaftete Arbeitsschritte wie erneute Modellanfertigung, Wachsmodellation, Einbetten, Guss und Nacharbeitung.

Im ersten Schritt werden die Sekundärteleskope mit einem Scanspray behandelt und als Pfeilerzähne eingescannt (Abb. 8).

Der Vorteil gegenüber der konventionellen Technik besteht darin, dass die Kappen sowohl mit einer Mindestwandstärke konstruiert werden können, die sich nach Erfahrung des Autors akkurat steuern lässt, als auch mit einem Klebespalt. Außerdem sind individuelle Abschlusskanten für den Kunststoff konstruierbar.

In diesem Beispiel wurden als Verbinder Ringloch-Retentionen gewählt (Abb. 9). Brückenglieder oder Stege sind ebenfalls problemlos realisierbar.

Anwendungstipps für die CAD-unterstützte Konstruktion

- Mithilfe der „3Shape Pontic"-Funktion (3Shape, Kopenhagen, Dänemark) können Ringloch-Retentionen zum Verbund der Tertiärkonstruktion ausgewählt werden.
- Es können z. B. vier Ringloch-Retentionen am Stück als ein Brückenglied ausgewählt werden. Je mehr einzelne Pontics ausgewählt werden, desto mehr Gestaltungsspielräume hat man z. B. mit ein oder zwei Ringloch-Retentionen.
- Schneiden Sie sich die Retentionen zahnfleischkonform zurück, um den Verlauf nachzuempfinden.
- Mithilfe der Freiform-Werkzeuge wie dem Wachsmesser kann eine individuelle Abschlusskante für den Kunststoff geformt werden.
- Um dem Kleber das Herausquellen zu ermöglichen, bietet es sich an, die Austrittslöcher einzumodellieren, die anschließend geschlossen werden.

Der Fertigungsprozess im DMLS-Verfahren

Die CoCr-Gerüstfertigung wird bei dem hier vorgestellten Fräszentrum (Flussfisch, Hamburg), per direktem Metall-Lasersinterverfahren (DMLS) auf der Lasersinter-Maschine EOSINT M270 der Firma EOS GmbH, Krailling, ausgeführt und durch eine ISO 9001 & 13485-zertifizierte Fertigungskette unterstützt (Abb. 10).

Von der Auftragsannahme bis zum Versand werden an den wichtigen Schnittstellen qualitätssichernde Maßnahmen gewährleistet. Sendet ein Labor ein fehlerhaft konstruiertes Gerüst oder einen fehlerhaften Datensatz ein, hat es so die Sicherheit, dass der Auftrag erst in die Fertigung geht, nachdem er auf Tauglichkeit geprüft worden ist. Somit ist nach Überzeugung des Autors eine Fehlproduktion nahezu ausgeschlossen. Dies beugt den für beide Seiten unangenehmen Kulanzansprüchen vor.

Die Weiterverarbeitung im Labor

- Nach geringfügiger Aufpassarbeit wird die Konstruktion verklebt.
- Die geringe Zementspaltbreite ermöglicht einen exakt definierten Klebespalt.
- Nach Absprache mit dem vorgestellten Fräszentrum können fallspezifisch mechanische Retentionen stehengelassen werden.
- Die CAD/CAM-Lösung bringt nach Ansicht des Autors nicht nur Zeit-, sondern auch Qualitätsvorteile mit sich. Gegenüber der konventionellen Technik ist sie nach seinen Erfahrungen zudem mit weniger Material- und Ressourcenaufwand verbunden (Abb. 11).

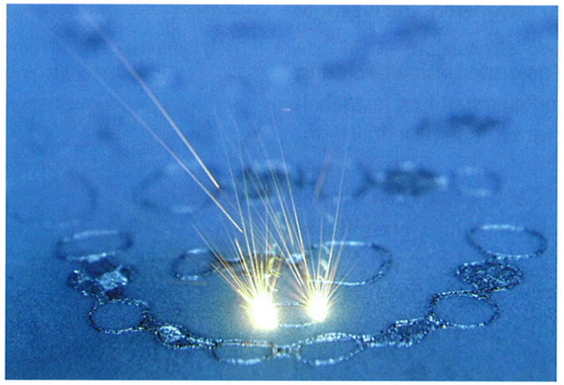


Abb. 10 Die Fertigung mittels DMLS.

Abb. 11 Ein fertiges Tertiärgerüst aus CoCr.

Anwenderbericht: Herstellung eines Schubverteilers

Die Wachsmodellation des Preci-Vertix (CeKa, Hannover) galt jahrelang als einzige Möglichkeit, die Krone mit Fräsung und Geschiebe zu vereinen. Seit der Einführung der CAD/CAM-Technologie im Labor des Autors ist man dort bestrebt, diese herkömmliche Methode mit den neuen Möglichkeiten zu kombinieren. Bei den ersten Schritten scannte man dort zunächst Wachs-Modellationen ein, was natürlich nicht der optimale Weg sein konnte. Da die Software nach Erfahrung des Autors alles, was das Herz begehrt, ermöglicht, waren Kreativität und Weitblick der Zahntechniker gefragt, um das Endprodukt mit der CAD/CAM-Technologie zu erstellen. Mit dem Zeno-System von Wieland, Pforzheim, steht ein vollwertiges CAD/CAM-System mit vielen Möglichkeiten zur Verfügung. Das Ziel des Autors war es, Kronen mit Preci-Line-Interlock-Umlauffräsung rein virtuell herzustellen. Im Folgenden wird die Kronenerstellung aus lasergesinterter NEM-Legierung beschrieben.

Die gewählte Methode bringt nach Erfahrung des Autors viele Vorteile. Das Scannen und Modellieren dauert zwar am Anfang ungefähr so lange wie eine Wachsmodellation, bringt aber mit etwas Übung eine höhere Zeitersparnis und vor allem gleichbleibende Qualität. Die Verwendung von virtuellen Konstruktionselementen vermeidet Abweichungen in der Gerüstgestaltung durch unterschiedliche Techniker. Betriebswirtschaftlich gesehen ist dies auch vorteilhaft, da der Energieverbrauch sowie die Geräte- und Materialkosten gesenkt werden. Nicht zuletzt wird auch die Zuverlässigkeit der Herstellung verbessert, das heißt: kein Fehlguss, keine Metallüberhitzung, keine Porosität, kein Auftauchen von Keramikblasen und Vermeidung aller weiteren Probleme, die beim konventionellen Gießen auftauchen können. Die Vorgehensweise bei der Konstruktion für andere Werkstoffe, wie z. B. Zirkoniumdioxid, ist sehr ähnlich. Nur sind währenddessen gewisse Parameter und die Frässtrategie zu ändern.

Die erste Hürde bestand darin, die geraden Flächen der Umlauffräsung und des Interlocks zu erzeugen. Das Einscannen von Konfektionsteilen oder vormodellierten Teilen brachte keine vollkommen zufriedenstellenden Ergebnisse und ist auch nicht hundertprozentig virtuell. Gesucht war daher eine Software, mit der Konstruktionselemente hergestellt werden konnten.

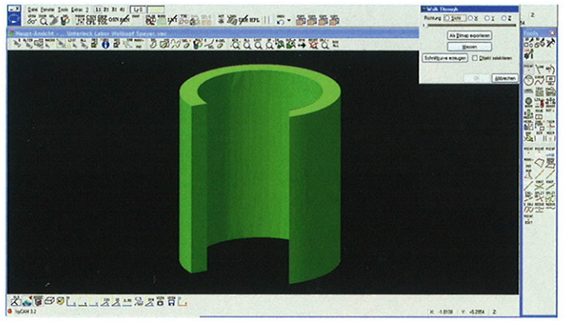
Als CAM-Modul des Zeno-Systems stand der Easy cam 3.2 zur Verfügung. Mit der Freischaltung zur Vollversion des Easy cam 3.2 war es möglich, die gewünschten Teile (extrakoronale Geschiebe, ein Interlock, eine Umlauffräsung) zu konstruieren und diese nach Einführung in der Zeno-Bibliothek in die Modellation zu integrieren. Die erzeugte STL-Datei wurde in die Pontic-Bibliothek eingefügt (Abb. 12 bis 14).

Der nächste Schritt war, das Auftragsblatt zu erstellen. Die gesamte Einschubrichtung wird am Parallelometer festgelegt und durch Platzierung von Referenzstiften festgehalten. Danach kann das Modell gescannt werden. Diese Arbeit wird mit dem DentalDesigner von 3Shape modelliert (Abb. 15 bis 19).

Das fertige Modell wurde zum Lasersintern eingesandt. Das Ausarbeiten danach war relativ schnell erledigt; es folgten noch die Verblendung mit dem Keramikwerkstoff und danach die Fräsung (Abb. 20 und 21).

Dies war die erste virtuelle erstellte Preci-Arbeit des Autors. Seitdem konnten bestimmte Parameter noch verbessert werden und seine Kollegen und er sind dabei, das System weiter zu optimieren.

Ein großer Vorteil ist die Vielfalt an Elementen. Sollte es bestimmte nicht geben, werden sie virtuell konstruiert und eingebaut. Mit etwas Routine wird der Techniker schnel-



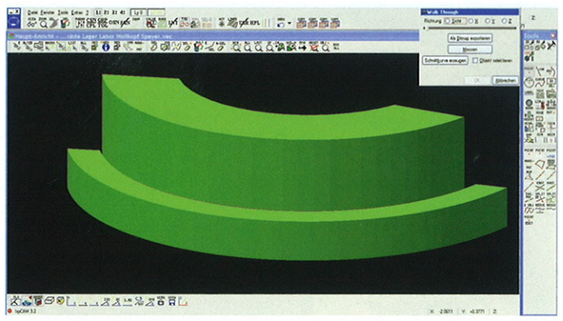


Abb. 12 Der Interlock.

Abb. 13 *(oben rechts)* Eine gefräste Fläche mit Schulterfräsung.

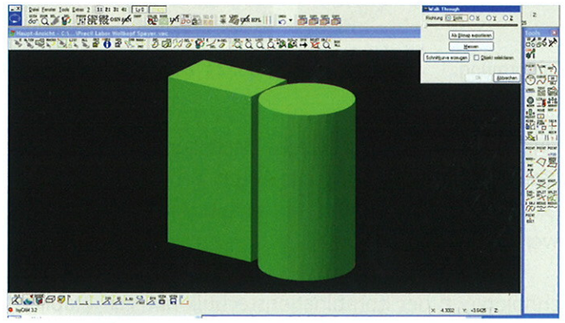


Abb. 14 Ein Geschiebe.

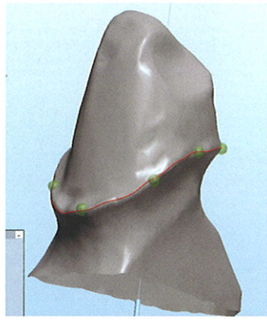


Abb. 15 Die Definition der Präparationsgrenze.

Abb. 16 Die Ermittlung der gemeinsamen Einschubrichtung.

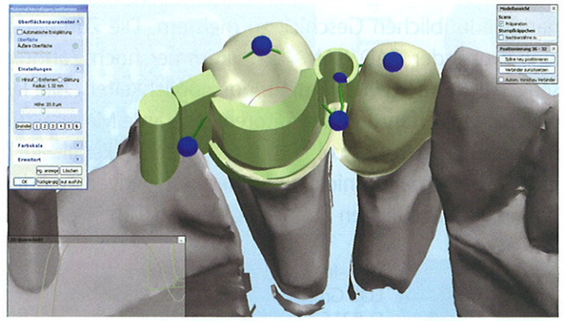
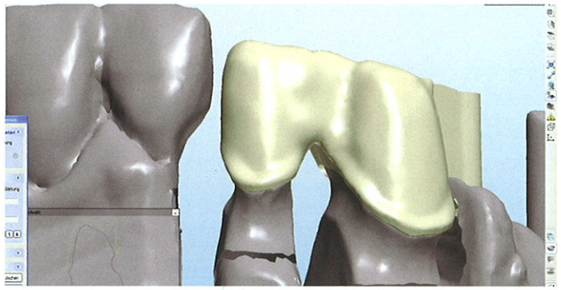


Abb. 17 Die Positionierung der Elemente.



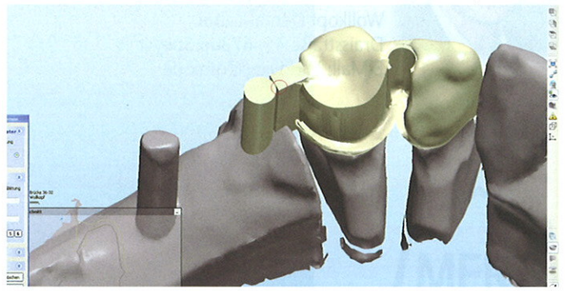


Abb. 18 und 19 Die fertig modellierte Arbeit.

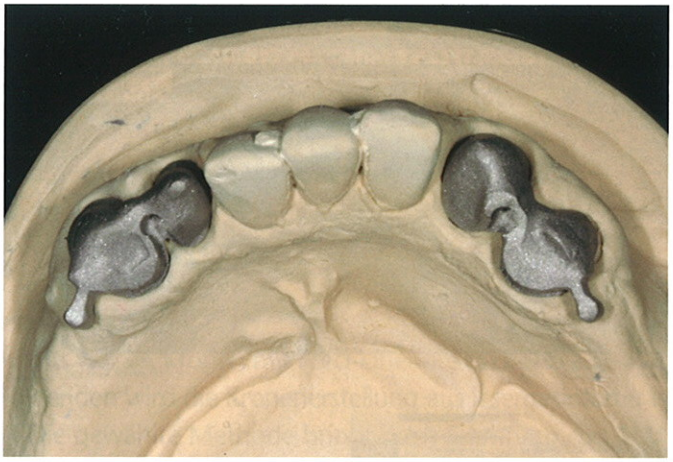


Abb. 20 Die Kronen nach der Überabformung.

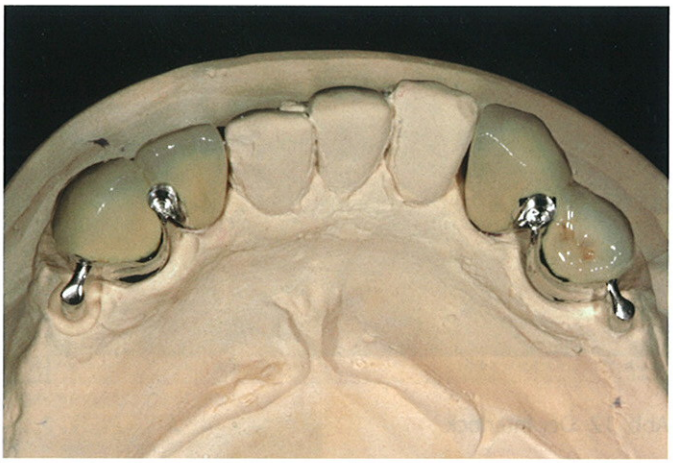


Abb. 21 Die Kronen, verblendet und gefräst.

ler modellieren können. Vorteilhaft ist auch die individuelle Herstellung von virtuellen Konstruktionselementen. Insgesamt ist nach Erfahrung des Autors ein gleichbleibendes Ergebnis garantiert. Durch die konstante Qualität konnten Gussqualitätsschwankungen im Labor endgültig eliminiert werden.

Fazit

Der Einsatz der CAD/CAM-Technologie in der Kombinationstechnik hat sich etabliert, wenn auch die Anwendung zurzeit eher noch experimentell ist. Jedoch ist sie mit dem handwerksüblichen Geschick zu meistern. Die Zahntechnik bleibt also auch nach der Einführung der CAD/CAM-Technik immer noch Zahntechnik und sie bietet erfinderischen Anwendern viele Entfaltungsmöglichkeiten. Alle lasergenerierten Konstruktionen weisen nach Erfahrung der Autoren konstante Material- und Passungseigenschaften auf; der Arbeitskomfort sowohl für den Zahntechniker als auch für den Behandler steigt. Die Endkunden erhalten nicht nur einen innovativen, sondern auch sicheren und darüber hinaus wirtschaftlichen Zahnersatz, der zu 100 % „Made in Germany" ist.

Dipl.-Ing. (FH) ZT Gregor Szwedka
EOS GmbH
D-82152 Krailling / München
E-Mail: info@flussfisch.de

ZTM Ludovic Claisse (Anwenderbericht)
Wollkopf Dental-Labor
Draisstraße 45, 67346 Speyer
E-Mail: Ludovic.c@gmx.de