

# Eigen- oder Fremdfertigung?

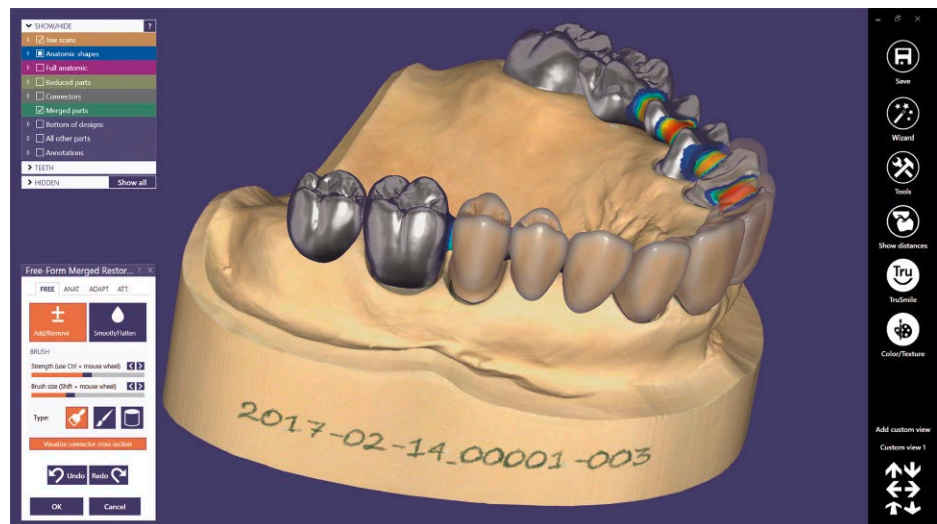
Trotz des anhaltenden Hypes um das Thema Vollkeramik erfahren Nichtedelmetalllegierungen weiterhin eine konstante Nachfrage. Ob zur Fertigung von Zahnersatz in Form von Modellguss oder als Aufbrennlegierung für die keramische Verblendung – heute kommen primär Legierungen aus Kobalt-Chrom (CoCr) für die Basisversorgung sowohl in Deutschland als auch im restlichen Europa zum Einsatz. Möchte man NEM-Restaurationen digital herstellen, lautet die Frage: inhouse fertigen oder besser outsourcen?

**IM ZUG DER DIGITALISIERUNG** und dem damit einhergehenden Einsatz von CAD/CAM-Technologien werden NEM-Restaurationen immer seltener analog gefertigt. Die Vielzahl an manuellen Arbeitsschritten – aufwachsen, anstiften, einbetten, aufheizen, Material einschmelzen und mit

Hilfe einer Zentrifuge gießen – sowie die Gefahr von Lunkern macht die klassisch-analoge Fertigung immer unattraktiver. Insbesondere, wenn es um eine Vielzahl an Einheiten oder Gerüste über größere Spannweiten geht. Kronen- und Brückengerüste sowie Modellgüsse lassen sich heute mit Hilfe

## ● Digital konstruierte Restauration exocad Dental Cad

Quelle: exocad GmbH



**Autor**  
**Ludwig Schultheiss**  
INFINIDENT Solutions  
64291 Darmstadt



### ● Additive Fertigung – Stufen des Lasersinterverfahrens

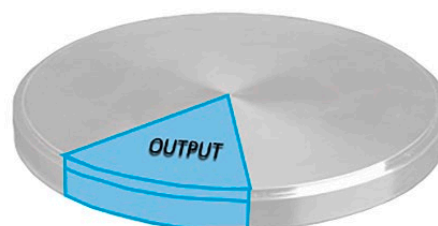
Quelle: EOS GmbH

von Scannern und CAD-Software schnell und einfach digital gestalten und können im Anschluss mit unterschiedlichen Fertigungstechnologien – subtraktiv oder additiv – hergestellt werden.

### NEM – abtragende Verfahren

Gerade Kronen- und Brückengerüste aus NEM werden aktuell oftmals mit Hilfe von Frästechnologie hergestellt. Dabei kommen bei kleinen und mittelständischen Laboren meist sogenannte Desktop-CNC-Maschinen zum Einsatz, die ursprünglich für die digitale Verarbeitung von Vollkeramik (Zirkonoxid) angeschafft wurden. Die meisten dieser heute im Dentallabor installierten dentalen Fräsmaschinen sind technisch nicht optimal ausgelegt, um NEM-Restaurationen aus Kobalt-Chrom-Legierungen in größeren Stückzahlen zu fräsen. Die Härte des Materials fordert lange Fräszeiten sowie einen hohen Verbrauch an teuren Werkzeugen und führt zur starken Abnutzung der Maschinenspindeln. Auch sind unter Umständen durch die extreme Beanspruchung häufigere Wartungseinsätze seitens des Maschinenherstellers erforderlich. Außerdem sind die Kosten neben Werkzeug- und Maschinenverschleiß beim Fräsen extrem hoch. Stichwort: Materialverlust. Eine CoCr-Standardronde mit 12 mm Höhe und 985 mm Durchmesser

entspricht einem Gewicht von 770 Gramm. In der Regel lassen sich durchschnittlich 30 NEM-Einheiten pro Ronde fräsen. Eine CoCr-Einheit wiegt je nach Situation zwischen zwei und fünf Gramm. Das bedeutet, dass beim abtragenden Verfahren lediglich zehn bis 20 Prozent als tatsächlicher Output erzielt werden können. Die verbleibenden 80 bis 90 Prozent sind somit Materialverlust. Bei diesem Verhältnis wird es schwierig, von einer tatsächlich effizienten Produktionslösung zu sprechen.



### ● Durchschnittliches Verhältnis Output versus Materialverlust von NEM (abtragendes Verfahren)

Fräsmaschinen, die zur Verarbeitung dieser harten Legierungen besser geeignet sind, findet man jedoch häufig in der industriellen dentalen Fertigung. Hier können hochglänzende, meist sehr gut passende Ergebnisse mit glatter Oberfläche aus industriegefertigten Ronden gefräst werden. Die An-

schaffung dieser Maschinen beginnt jedoch meist in einem sechsstelligen Investitionsbereich. Das wäre für den Fertigungsbedarf eines mittelständischen Labors häufig viel zu hoch gegriffen und nur bei entsprechender Auslastung sinnvoll. Die wirtschaftliche Fertigung von gefrästen Kobalt-Chrom-Gerüsten kann daher nach meiner Einschätzung heute eigentlich nur ein hochspezialisiertes dentales Fertigungszentrum leisten. Aufgrund von Masse können industrielle CNC-Maschinen ausgelastet, Wartungskosten minimiert und Material in hohen Stückzahlen kostengünstiger eingekauft werden.

#### Vor- und Nachteile NEM-Fräsen

- + homogene Oberfläche
- + sehr gute Passung
- + geringe Nachbearbeitung
  
- hoher Maschinen- und Werkzeugverschleiß
- unbefriedigendes Output-Materialverhältnis
- geringe Stückzahl (bedeutet teure Herstellung)

#### NEM – additives Verfahren

Eine weitere attraktive Möglichkeit im Bereich der Nicht-Edelmetalllegierungen ist die additive Fertigung. Hier hat sich die Lasersinter-technologie (SLM=Selective Laser Melting) zur Produktion von Metallgerüsten weitgehend in der dentalen Fertigungslandschaft durchgesetzt. Bei diesem Verfahren wird Kobalt-Chrom in Form von feinkörnigem Pulver durch einen Laserstrahl schichtweise verschmolzen. Dabei werden die Restaurationen mit Hilfe von Stützstrukturen (Supports) mit der Bauplatte verbunden, um die durch den Lasereintrag entstehende Energie abzuleiten und insbesondere bei größeren Gerüsten Spannungsverzüge zu vermeiden. Im Nachgang erhält die gesamte Bauplatte inklusive den additiv aufgelaserten Restaurationen eine thermische Behandlung bei zirka 800 Grad Celsius, um aufgetretene Spannungen weitgehend zu eliminieren. Im Anschluss werden die Teile von der Bauplatte abgetrennt und die Stützstrukturen von den Restaurationen manuell entfernt. Abschließend werden die Teile konventionell manuell überarbeitet und abgestrahlt.



● Lasersinterverfahren (SLM – Selective Laser Melting)

Quelle: INFINIDENT Solutions



● Lasersinterverfahren (SLM – Selective Laser Melting)

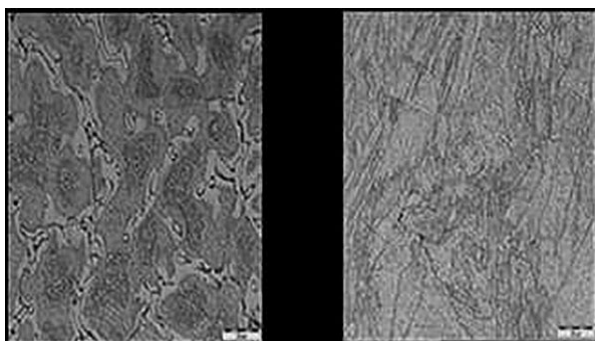
Quelle: EOS GmbH

Die Vorteile additiver Technologien basieren auf der Möglichkeit individuelle Restaurationen in hohen Stückzahlen schnell digital herzustellen (zum Beispiel EOS M270: 400 Einheiten in 20 Stunden). Die fertigen Restaurationen weisen überzeugende Teileigenschaften hinsichtlich Dichte sowie Oberflächenrauigkeiten und gute Passungen von +/- 20 µm auf, welche optimal für die konventionelle Befestigung mit Zement geeignet sind. Hierbei sind insbesondere bei Brückengerüsten mit hoher Spannweite gute Passungsergebnisse zu erzielen. Im Weiteren können bei hoher Auslastung die Stückkosten entsprechend reduziert und auch das Verhältnis Output – Materialverlust optimiert werden. Dabei ist der Materialverlust mit weniger als zehn Prozent sehr gering.



◉ 14-gliedrige Brücke mit Lasersinter-technologie hergestellt. Linke Seite: inklusive Supports, rechte Seite: Supports entfernt und nachpoliert.

Quelle: EOS GmbH



◉ Schlibbild – Oberflächenverteilung Guss, links, versus Lasersintern, rechts, gleichmäßige Dichte beim Lasersintern, Vergrößerung: 20 µm

Quelle: EOS GmbH

#### **Vor- und Nachteile Lasersinterverfahren**

- + homogene Materialdichte
- + optimale Oberflächenrauigkeit
- + gute Passung –  
auch bei großspannigen Brücken
- + effizientes Output-Materialverhältnis
- + wirtschaftliche Fertigung von großen Stückzahlen
  
- hohe Anschaffungskosten  
Maschinen/Pulver
- Nachbearbeitungsaufwand
- nicht populär

Anhand der hohen Anschaffungs- und Unterhaltskosten sowie der Produktionskapazität ist das Lasersinterverfahren primär für hochspezialisierte Fertigungsdienstleister geeignet. Diese bieten heute weitgehend zufriedenstellende lasersintergefertigte NEM-Restaurationen zu attraktiven Preisen an. Je nach Anbieter ergeben sich allerdings auch große Unterschiede bei der Oberflächenqualität der produzierten Teile.

#### **NEM – hybride Fertigung**

Aufgrund der genannten Vorteile ist das Lasersinterverfahren auch für die Herstellung von implantatgetragenen Zahnersatz wie zum Beispiel einteilige, individuelle Abutments oder Steg- und Implantatbrücken auf zwei oder mehr Implantaten interessant. Hier ist jedoch die notwendige Genauigkeit, die das Lasersinterverfahren für die Passungsfläche des Implantats bietet, unzureichend. Die maschinelle Nachbearbeitung, die eine Passung von  $<10\ \mu\text{m}$  und die entsprechende Implantat-Anschlussgeometrie garantiert, kann nur mit Hilfe von hochwertigen CNC-Maschinen mit integrierter Sensorik zur Nullpunkterfassung und ausgefeilter CAM-Software, die dem Industriestandard entsprechen, umgesetzt werden. Diese Art von Hybridfertigung wird zunehmend von hochspezialisierten zentralen Fertigungsdienstleistern angeboten. Die erfolgreiche Umsetzung setzt aber ein ganzheitliches Verständnis für die digitale Fertigung sowie Automatisierung voraus.

Dentale NEM-Restaurationen lassen sich somit auf verschiedene Art und Weise digital herstellen. Inwieweit sich die Eigenproduktion lohnt, ist nicht ganz eindeutig und am Ende stets eine Frage der Auslastung. Deswegen lohnt sich ein genauer Blick auf die Wirtschaftlichkeit.

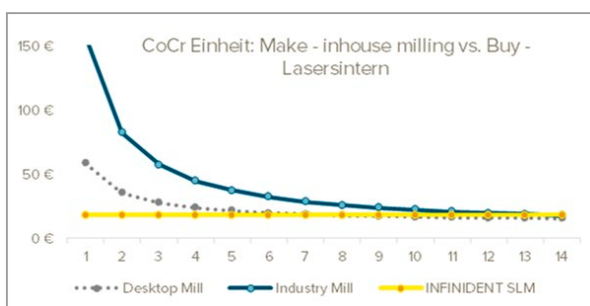
#### **NEM – Eigenfertigung vs. Zukauf**

Die Studie\* „Make or Buy?“ von ZTM Clemens Schwerin, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität München, untersuchte das Thema Kostenvergleich der digitalen Eigenfertigung versus Zukauf von vollkeramischen (Zirkonoxid) und NEM(CoCr)-Restaurationen mit den unterschiedlichen CAD/CAM-Ty-

\* Clemens Schwerin, Make or Buy? Eigenfertigung oder Fremdfertigung?, Quintessenz Zahntechnik 2017, 43(9): 1201-1209

pen (Desktop-/Stand-Industrie-Fräse/Lasersintern). Dabei wurden die jeweiligen Materialarten getrennt von einander betrachtet. Eine Mischkalkulation hinsichtlich der Materialien, die auf ein und demselben System hätten verbaut werden können und somit zu einer besseren Auslastungsstatistik geführt hätten, wurde nicht vorgenommen. Die Studie zeigt deutlich, dass es aus betriebswirtschaftlicher Sicht für die digitale Herstellung von NEM-Gerüsten kaum eine Alternative zur Lasersinter-technologie gibt. Hinsichtlich den abtragenden Verfahren, würde sich laut Untersuchungsergebnis bei einem täglichen Bedarf von mindestens sechs NEM-Einheiten eine Desktop-Fräsmaschine lohnen. Hier stellt sich die oben diskutierte Frage, inwieweit diese Geräte für die Metallverarbeitung in größerem Umfang ausgelegt sind.

Grafik: INFINIDENT Solutions - in Anlehnung an Make or Buy Studie von Clemens Schwerin



### Ab wie viel Einheiten pro Tag ist die Eigenfertigung wirtschaftlich?

Die Anschaffung einer Stand-Industrie-Fräsmaschine wäre für das maschinelle Bearbeiten von NEM eher die richtige Wahl. Die Eigenfertigung lohnt hier erst ab zwölf Einheiten pro Tag. Der Zukauf von NEM-Restaurationen, die mit Lasersinter-Technologie gefertigt werden, scheint der wirtschaftlich gangbarste Weg zu sein, um als mittelständisches Dentallabor diese Art von Material sinnvoll anzubieten. Neben den klar kalkulierbaren Stückkosten können über diesen Weg potenzielle Probleme wie unvorhergesehene Wartungskosten, Maschinenausfälle sowie Mitarbeiterfluktuation umgangen werden. Gleichzeitig erlaubt die Ausrichtung der eigenen Prozesse auf externe Fertigungspartner eine schnelles „Umororientieren“ bei anhaltenden Qualitätsproblemen des gewählten Dienstleistungspartners.

### Fazit

Es steht außer Frage, dass sich digitale Verfahren auch für die Herstellung von NEM-Restaurationen bestens eignen. Aufgrund der Materialeigenschaften verlangt die Verarbeitung insbesondere von CoCr jedoch bestimmte Voraussetzungen bei der Technologie, um eine zuverlässige Produktion garantieren zu können. Diese Art der Fertigungsmaschinen bringen jedoch eine gewisse Investitionshöhe mit sich. Doch inwieweit kann man diese Maschinen für eine Eigenfertigung auslasten? Lohnt sich solch eine Anschaffung überhaupt? Der Weg über einen spezialisierten Fertigungsdienstleister bietet abhängig vom internen Bedarf einen wirtschaftlichen Vorteil. Insbesondere bei komplexen Fällen, wie zum Beispiel großspannigen Brücken, Stegen, individuellen Abutments oder verschraubten Implantatbrücken, erleichtert die Auslagerung oftmals das tägliche Arbeiten. Aber auch der Zukauf einzelner Einheiten spart Zeit und ist oftmals günstiger. Grundsätzlich ermöglicht die Nutzung von zentralen Fertigungsdienstleistern dem Dentallabor eine höhere Flexibilität und Vorteile hinsichtlich Kostenkontrolle, Gewährleistung bei Qualitätsthemen sowie Vermeidung von Anschaffungs- und Lagerkosten. Daher mein Fazit: Zukaufen statt selber machen lohnt sich, insbesondere bei NEM!

INFINIDENT Solutions hat mehr als zehn Jahre Erfahrung im Bereich der Lasersinter-technologie. Damit gehört das Unternehmen zu den Pionieren auf dem Gebiet der additiven Herstellung von Zahnersatz. Sowohl die gefräste als auch die lasergesinterterte Herstellung von Kappchen und Brückengerüsten ist fester Bestandteil des Leistungsportfolios. In der Regel kann das Labor, nach Übermittlung des Designs und interner Dateneingangskontrolle, binnen 24 Stunden mit einer Bereitstellung zum Versand des fertigen, zur finalen Ausarbeitung aufbereiteten Werkstücks rechnen. Für das Labor verbleibt die ästhetische Finalisierung der Restauration.

[www.infinidentsolutions.com](http://www.infinidentsolutions.com)