

# Additive Fertigung – der nächste Schritt der dentalen CAD/CAM-Revolution

**CAD/CAM** Als vor circa zwölf Jahren Gold als hochpreisige prothetische Versorgung Stück für Stück von Zirkonoxid abgelöst wurde, war damit auch der Beginn der digitalen Revolution in den oftmals bis heute traditionell dominierten zahntechnischen Laboren eingeläutet. CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) ist seitdem ein fester Bestandteil der modernen Fertigung von zahntechnischen Versorgungen.



Abb. 1: Der additive Fertigungsprozess am Beispiel von Metall-Zahnkronen. (Quelle: EOS)

Was sich anfangs ausschließlich auf Gerüststrukturen von Kronen und Brücken beschränkt hat, findet heute immer mehr digitale Anwendungen und deckt fast das gesamte zahntechnische Spektrum ab. Die Einsatzmöglichkeiten erscheinen dabei nahezu grenzenlos: von individuellen voll-anatomischen Ein- beziehungsweise Mehrzahnversorgungen über Abutments, Implantatbrücken, Stege und Schienen bis hin zum Modellguss. Heute können selbst komplexeste Geometrien schnell und einfach konzipiert werden. Umgesetzt werden diese Designs von in der Dentalwelt weitverbreiteten Softwareanbietern wie 3Shape, DentalWings, Exocad oder Sirona.

## Auf- statt abtragen: Additive Fertigung im Einsatz

Bis heute kommt vielen in der Dentalwelt beim Thema CAD/CAM ein Fertigungsverfahren in den Sinn: Die schnelle und hochpräzise Verarbeitung mittels materialabtragender Frästechnologie. Dabei kommen oftmals teure, hochpräzise Fünf-Achs-CNC-Maschinen aus der Schwerindustrie zum Einsatz. Diese sind in der Lage, die prothetischen Restaurationen  $\mu$ m-genau zu fertigen.

Jedoch werden schon seit Längerem – insbesondere bei der Herstellung von Metallversorgungen – nicht mehr ausschließlich die materialabtragenden Frästechniken nachgefragt; stattdes-

sen finden immer häufiger additive, also auftragende, Technologien Verwendung.

Eines der gängigsten Schichtbauverfahren in der Fertigung von Kronen- und Brückengerüsten ist das Lasersintern. Hierbei wird Metall in Pulverform mithilfe eines Laserstrahls Schicht für Schicht verschmolzen: Zunächst wird eine dünne Schicht des Pulverwerkstoffs auf einer Bauplattform aufgetragen. Ein starker Laserstrahl schmilzt das Pulver exakt an den Stellen auf, die die computergenerierten Bauteil-Konstruktionsdaten vorgeben. Danach senkt sich die Fertigungsplattform ab und es erfolgt ein weiterer Pulverauftrag. Der Werkstoff wird erneut aufgeschmolzen und verbindet sich an den

definierten Stellen mit der darunterliegenden Schicht. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis das Bauteil fertig ist.

### Die Wirtschaftlichkeit von Laser- und Frästechnologie im Vergleich

Das Lasersintern zeichnet sich als Schichtbauverfahren insbesondere dadurch aus, dass damit sehr kostengünstig und in hoher Zahl patientenindividuelle Zahnrestaurationen produziert werden können. Dabei kommt als Material in der Regel Kobalt-Chrom zum Einsatz. Da es sich bei diesem Material um die weltweit meist verbreitete „Ba-

Energieeintrag abführen und das Bauteil mit der Bauplattform verbinden. Somit liegt die benötigte Menge des einzusetzenden Materials beim additiven Verfahren bei etwas unter 2g pro Einheit. Aus einem Kilo Pulver kann man entsprechend an die 500 Einheiten produzieren.

Zum Vergleich: Beim Fräsen liegt das Material in der Regel in Block-/Rondenform für die schnelle und hochpräzise Verarbeitung vor. Für das Beispiel des Kronenkäppchens gehen wir von einer Standardrunde mit 985 mm Durchmesser und einer Höhe von 12mm aus. Diese Maße bringen circa 770g an Ma-

nen kostengünstig und in hohen Stückzahlen im Schichtbauverfahren herstellen zu können, werden die Basisversorgungen – wie NEM-Gerüste – den klassischen Dentallaboren heute entsprechend preisgünstig angeboten. Die Preise variieren in Deutschland zwischen 16 bis knapp unter zehn Euro pro Einheit. In Südeuropa liegen die Marktpreise in der Regel weit unter zehn Euro. Bei diesen Preisen lohnt eine manuelle Fertigung – inklusive aufwachen, einbetten, ausgießen – heute aus wirtschaftlicher Sicht nicht mehr. Damit kommt der additive Fertigung (AM) im Zuge der weiter voranschreitenden Digitalisierung der Zahntechnik eine große Bedeutung zu.



Abb. 2: Die additive Fertigung zeichnet sich als Schichtbauverfahren insbesondere dadurch aus, dass damit extrem kostengünstig und in hoher Zahl patientenindividuelle Zahnrestaurationen produziert werden können. (Quelle: EOS)

sisversorgung“ handelt, ist ein wirtschaftliches Fertigungsverfahren als Teil der digitalen Produktionskette heute mehr als gefragt.

Vergleicht man die mögliche Materialausschöpfung und die damit verbundenen Kosten von additiver gegenüber subtrahierender Fertigungstechnologie, so wird der ökonomische Unterschied klar deutlich.

Zur Herstellung eines durchschnittlichen NEM-Kronenkäppchens geht man in der Regel von circa 1,3 bis 1,5g Material aus. Bei der Lasersinter-Technologie kommen im Metallbereich noch die notwendigen Stützstrukturen hinzu, die den durch den Laser entstehenden

material mit sich. Aus einer Ronde lässt sich abtragend in der Regel ein Output von bis zu 35 Einheiten gewinnen. Damit könnte man mit einem Kilo Kobalt-Chrom auf Rondenbasis maximal bis zu 50 Einheiten herstellen.

Dass sich diese unterschiedliche Materialausschöpfung auf die Materialkosten auswirkt, liegt auf der Hand. In der Regel liegen die reinen Materialkosten pro Einheit beim additiven Verfahren bei weit unter einem Euro. Beim abtragenden Verfahren entstehen dagegen in der Regel die vier- bis fünffachen Materialkosten pro Einheit.

Aufgrund der Möglichkeit, qualitativ hochwertige, dentale Metallrestauratio-

### Hybride Fertigung von Implantaten

Eine weitere Anwendung, für welche die additive Fertigung hochinteressant ist, ist die wirtschaftliche Herstellung von Implantat-Suprakonstruktionen; beispielsweise individuelle Abutments, Implantatbrücken oder Implantatstege. Hier kommen die Vorteile eines zielgerichteten Materialverbrauchs klar zum Tragen. In der Regel spricht man bei abtragenden Frästechnologien von einem Materialverhältnis von 20 zu 80 – das heißt, 20 Prozent des Materials werden tatsächlich für das Bauteil benötigt, 80 Prozent werden ohne Nutzen weggefräst. Beim additiven Lasersinter-Verfahren ist das Verhältnis in der Regel genau anders herum, sodass hier das eingesetzte Material weitaus optimaler genutzt wird. Diese Tatsache macht die additive Fertigung hochinteressant, insbesondere bei filigranen Stegarbeiten.

Die Verbindung zwischen Implantat und Suprakonstruktion bedarf dabei einer sehr genauen Passung. Da die Genauigkeit der Lasersinterteile in der Regel nicht ausreicht, ist eine Nachbearbeitung hinsichtlich der Konnektoren notwendig. Immer mehr Anbietern im Markt haben hierfür eine Verbindung von additiver und abtragender Technologie entwickelt. Ziel ist eine vollautomatisierte Übertragung der lasergesinterten Bauteile auf die Fräsmaschine, um dort mit wenig Aufwand die nötige Nachbearbeitung vorzunehmen. Über eine spezielle CAM-Software und individuelle Spannsysteme sind moderne Fräsmaschinen heute in der Lage, den Nullpunkt zu definieren, um damit genau an der gewünschten Stelle vollautomatisch den „Feinschliff“ vorzunehmen.



### Im Fokus: Systeme zur additiven Fertigung von Dentalprodukten

Die Firma EOS aus Krailling bei München ist ein industrieübergreifender Lösungsanbieter für die additive Verarbeitung von Metallen und Kunststoffen auf Basis der Lasersinter-Technologie. Das Unternehmen bietet Systeme unterschiedlicher Größe für zahlreiche Anwendungsgebiete, darunter den Dentalbereich.

#### EOS M 100

Die EOS M 100 ist ein System zur schnellen und wirtschaftlichen Produktion von filigranen Metallteilen per additiver Fertigung. Das EOS System wurde speziell für die zahntechnische Fertigungsindustrie konzipiert. Mit einem überschaubaren Anschaffungspreis und einem voll zertifizierten Prozess ermöglicht EOS seinen Dentalkunden einen einfachen Einstieg in die Produktionswelt von dentalen Restaurationen in großen Stückzahlen. Die EOS M 100 ermöglicht die Produktion von durchschnittlich 75 bis 80 Einheiten (Kronen und Brückengerüsten) in rund vier Stunden. Die Produktionskosten pro Einheit lassen sich dabei auf circa zwei bis drei Euro optimieren. Durch die geringe Bauzeit ist es möglich, drei bis vier Baujobs pro Tag zu fahren.

Das Lasersinter-Verfahren überzeugt durch exzellente Materialdichte, sehr gute Oberflächen und Passungen mit einer Genauigkeit von  $\pm 20\mu\text{m}$  sowie einer hohen Produktivität auf Basis des in der EOS M 100 eingesetzten 200W Lasers. Ebenso ist ein Baufortschritt mit Schichtstärken von  $30\mu\text{m}$  möglich.

#### EOS M 270

Im Bereich additiver Fertigung von Dentalrestaurationen aus Kobalt-Chrom und in hohen Stückzahlen hat EOS in den letzten zehn Jahren weltweit über 100 Anlagen des Systems EOSINT M 270 installiert. Hierbei handelt es sich um ein großes EOS System zur Fertigung von bis zu 500 Einheiten von Kronen und Brücken pro Baujob. Ebenso bietet das System die Möglichkeit, Modellguss voll zertifiziert in großen Stückzahlen herzustellen. Im Durchschnitt können bis zu 45 Modellgüsse auf der 250 x 250 mm großen Bauplattform gefertigt werden. Aufgrund der Größe und des Investitionsvolumens wird die EOSINT M 270 meist von großen Dental- und hochspezialisierten Fräszentren nachgefragt.



### Fazit

Neben den genannten Anwendungsbeispielen bietet die AM-Technologie die Möglichkeit, dünnwandige, perfekt passende, individuelle Bohrschablonen aus biokompatiblen Metall (Titan oder Kobalt-Chrom) kostengünstig herzustellen. Damit lässt sich das dentale Anwendungsspektrum für die additive Fertigung stetig erweitern und kann das Angebot für die Implantologie perfekt ergänzen.

Die Möglichkeiten, additive Fertigung im Dentalbereich einzusetzen sind somit nahezu unbegrenzt. Bisher wurde nur ein Bruchteil davon ausgenutzt. Es bleibt spannend, wohin sich das Thema CAD/CAM in der Dentalwelt weiterentwickeln wird. Die additive Fertigungstechnologie wird dabei mit Sicherheit eine immer entscheidendere Rolle spielen.

**Abb. 3:** Das System EOS M 100 ist ein High-End-System zur schnellen und wirtschaftlichen Produktion von filigranen Metallteilen per additiver Fertigung. (Quelle: EOS)

### INFORMATION

#### EOS GmbH

Electro Optical Systems  
Robert-Stirling-Ring 1  
82152 Krailling/München  
Tel.: 089 89336-0  
info@eos.info  
www.eos.info



## Meisterkurs M41 vom 21.11.2016–24.05.2017

Tag der offenen Tür am 21.01.2017 von 10.00 bis 15.00 Uhr

# MEISTERSCHULE FÜR ZAHNTECHNIK IN RONNEBURG

**6 Monate Vollzeit  
Teil I und Teil II**

- Splittingvariante (Teilzeit) möglich

### Deutliche Verbesserung beim Meister-BAföG seit 01.08.2016

Nutzen auch Sie die Chance zur Vervollkommnung Ihres Wissens und Ihrer praktischen Fähigkeiten. Streben Sie in sehr kurzer Zeit mit staatlicher Unterstützung (BAföG) zum Meister im Zahntechniker-Handwerk! Ronneburg in Thüringen bietet dafür

ideale Voraussetzungen. An der 1995 gegründeten ersten privaten Vollzeit-Meisterschule für Zahntechnik in Deutschland wurden bisher über 450 Meisterschüler in Intensivausbildung erfolgreich zum Meisterabschluss geführt.

### WAS SPRICHT FÜR UNS:

- 21 Jahre Erfahrung bei der erfolgreichen Begleitung von über 450 Meisterabschlüssen
- Seit Juni 2010 zertifizierte Meisterschule nach DIN EN ISO 9001:2008
- Vollzeitausbildung Teil I und II mit 1.200 Unterrichtsstunden in nur sechs Monaten (keine Ferienzeiten)
- Splitting, d.h. Unterrichtstrennung Theorie und Praxis, wochenweise wechselnd Schule bzw. Heimatlabor (Kundenkontakt bleibt erhalten), Ausbildungsdauer 1 Jahr
- Belegung nur Teil I bzw. Teil II möglich
- Hohe Erfolgsquote in den Meisterprüfungen
- Praxis maximal 15 Teilnehmer (intensives Arbeiten in kleinen Gruppen möglich)
- Kontinuierliche Arbeit am Meistermodell bis zur Fertigstellung aller Arbeiten in Vorbereitung auf die Prüfung mit anschließender Auswertung durch die Referenten
- Praktische prüfungsvorbereitende Wochenkurse durch Absolventen der Meisterschule und Schulleiterin
- Zusätzliche Spezialkurse (Rhetorik, Fotografie, Marketing und Management, Laborabrechnung, QM etc.)
- Modernster Laborausstattungsstandard
- Ausgewogenes Preis-Leistungs-Verhältnis, Grundmaterialien und Skripte kostenfrei
- Sonderkonditionen durch Preisrecherchen und Sammelbestellungen sowie bei der Teilnahme an Kursen außerhalb der Meisterausbildung
- Exkursion in ein Dentalunternehmen mit lehrplanintegrierten Fachvorträgen
- Kurzfristige Prüfungstermine vor der HWK
- Lehrgangsgebühren in Raten zahlbar – Beratung in Vorbereitung der Beantragung des Meister-BAföG
- Preiswerte Unterkünfte in Schunähe

## LEHRGANGSZEITEN

Die Ausbildung erfolgt im Vollzeitkurs von Montag bis Freitag (Lehrgangsdauer 6 Monate). Durch die wochenweise Trennung von theoretischer und praktischer Ausbildung können auch Teilnehmer nur für Teil II bzw. nur für Teil I integriert werden. Diese Konstellation (Splittingvariante) bietet die Möglichkeit, in einem Lehrgang Teil II und im darauffolgenden bzw. einem späteren Lehrgang Teil I oder umgekehrt zu absolvieren. Die Ausbildung dauert in diesem Fall 1 Jahr.

## LEHRGANGSGEBÜHREN

Aufnahmegebühr (pro Kurs)	50,00 € zzgl. MwSt.
Lehrgangsgebühr TEIL II	2.200,00 € zzgl. MwSt.
Lehrgangsgebühr TEIL I	6.600,00 € zzgl. MwSt.

Lehrgangsgebühr in Raten zahlbar

## VORAUSSETZUNGEN

- Gesellenabschluss im ZT-Handwerk

## LEHRGANGSINHALTE

TEIL II – Fachtheorie (ca. 450 Stunden)

1. Konzeption, Gestaltung und Fertigungstechnik
2. Auftragsabwicklung
3. Betriebsführung und Betriebsorganisation

TEIL I – Fachpraxis (ca. 750 Stunden)

1. Brückenprothetik
  - Herstellung einer 7-gliedrigen, geteilten Brücke und Einzelzahnimplantat mit Krone
  - Keramik- und Compositeverblendtechniken
2. Kombinierte Prothetik
  - Fräs- und Riegeltechnik
  - feinmechanische Halte-, Druck- und Schubverteilungselemente
  - Modellgusstechnik
3. Totalprothetik
4. Kieferorthopädie

Bei allen 4 Teilaufgaben sind Planungs- und Dokumentationsarbeiten integriert.

## FOLGEKURS

Meisterkurs M42 Teil I und Teil II vom 12.06.2017 bis 24.11.2017  
Informationen zu den zwei Ausbildungsvarianten Vollzeit und Splitting finden Sie auf dieser Seite unter LEHRGANGSZEITEN.

## STATEMENTS VON ABSOLVENTEN ÜBER DIE WEITERBILDUNG

Den Entschluss, Zahntechnikermeisterin zu werden, fasste ich in der Gesellenzeit. Um dieses Ziel zu erreichen, informierte ich mich über mögliche Bildungswege. Ich entschied mich für die Meisterschule für Zahntechnik in Ronneburg, da diese die Teile I und II als Vollzeitvariante in nur sechs Monaten anbietet und in meinem beruflichen Umfeld einen sehr guten Ruf genießt.

Durch den wöchentlichen Wechsel zwischen Theorie und Praxis war es möglich, das Erlernete sofort umzusetzen. So konnte ich mich intensiv auf die Prüfungsvorbereitung konzentrieren. Viele namhafte Referenten aus Wirtschaft und Dentalindustrie stellten aktuelle Technologien, wie zum Beispiel die CAD/CAM-Technik, vor.

Besonders interessant waren u.a. der Aufwachskurs mit ZTM Markus Kaiser, der Riegelkurs mit ZTM Ralf Maria Strübel und der Totalprothetikkurs mit ZT Karl-Heinz Körholz.

Die theoretischen und praktischen Kurse mit Frau ZTM Cornelia Gräfe waren sehr lehrreich und boten eine optimale Prüfungsvorbereitung. Durch die Beschränkung der Kursteilnehmerzahl konnte individuell auf die Meisterschüler eingegangen werden.

Das familiäre Klima an der Meisterschule für Zahntechnik Ronneburg gab Anlass für jede Menge Motivation.

Rückblickend war es ein schönes halbes Jahr.

ZTM KRISTIN SCHÜTZ,  
ERGOLDING

Vor ein paar Jahren habe ich die Teile III und IV der Meisterprüfung an der Handwerkskammer in meinem Landkreis erfolgreich abgeschlossen.

Danach bestand intensiv der Wunsch, die beiden letzten Teile der Meisterausbildung an einer geeigneten Meisterschule zu absolvieren. Für mich kam dabei nur eine Vollzeit-Ausbildung infrage. Nach längerer Suche fand ich durch eine Anzeige das Angebot der Meisterschule für Zahntechnik in Ronneburg, welche die Vorbereitungslehrgänge Teil I und II innerhalb von sechs Monaten mit anschließenden Prüfungen an der Handwerkskammer Erfurt durchführt. Eine Freistellung meines Arbeitgebers und die Unterstützung meiner Familie halfen mir bei der erfolgreichen Durchsetzung meines Vorhabens.

Rückblickend war es für mich persönlich die richtige Wahl. Besonders hervorheben möchte ich die vorbereitenden Kurse für die praktische Prüfung mit ZTM Ralf Maria Strübel (Riegeltechnik), den Aufwachskurs mit ZTM Markus Kaiser und den Keramikkurs mit ZTM Michael Perling.

Ein besonderes Highlight für mich war auch der Anatomieunterricht mit MR Prof. Dr. med. habil. Klaus Schippel.

Ein besonderer Dank gilt natürlich auch der Schulleiterin Frau ZTM Cornelia Gräfe, welche mit ihrer langjährigen Erfahrung, aber auch mit ihrem Verständnis eine große Hilfe, ganz besonders in Hinblick auf die Prüfungen, war.

ZTM MARIO HERZOG,  
LINDENBERG

## TRÄGER DER MEISTERSCHULE RONNEBURG



Die Meisterschule Ronneburg gehört zur internationalen Dental Tribune Group. Der auf den Dentalmarkt spezialisierte Fachverlag veröffentlicht über 100 Fachzeitschriften in 90 Ländern und betreibt mit [www.dental-tribune.com](http://www.dental-tribune.com) das führende internationale News-Portal der Dentalbranche. Über 650.000 Zahnärzte und Zahntechniker weltweit gehören zu den regelmäßigen Lesern in 25 Sprachen. Darüber hinaus veranstaltet Dental Tribune Congresses, Ausstellungen und Fortbildungsveranstaltungen sowie entwickelt und betreibt E-Learning-Plattformen, wie den Dental Tribune Study Club unter [www.dtstudyclub.de](http://www.dtstudyclub.de). Auf dem (Dental Tribune) DT Campus in Ronneburg entsteht rings um die Meisterschule für Zahntechnik ein internationales Zentrum für Aus- und Weiterbildung sowie für digitale Planungs- und Fertigungsprozesse (CAD/CAM) in der Zahnmedizin.

## KONTAKT

MEISTERSCHULE FÜR ZAHNTECHNIK  
Bahnhofstraße 2  
07580 Ronneburg

Tel.: 036602 921-70  
Fax: 036602 921-72  
E-Mail: [info@zahntechnik-meisterschule.de](mailto:info@zahntechnik-meisterschule.de)  
[www.zahntechnik-meisterschule.de](http://www.zahntechnik-meisterschule.de)

Schulleiterin:  
ZTM/BdH Cornelia Gräfe

