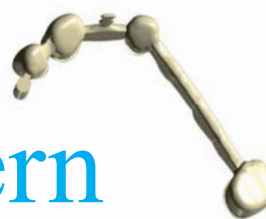




# Konstruktionen mittels Lasersintern



| Prof. Dr.-Ing. Claus Emmelmann, M.Sc., Maximilian Munsch, Dipl.-Ing. (FH), ZT Gregor Szwedka



Mit der Entwicklung des Lasers vor über 45 Jahren wurde eine optische Technologie geschaffen, die sich heute als wichtiges Werkzeug für die Materialbearbeitung in Industrie und Produktion etabliert hat. Das neue Verfahren des Lasergenerierens, unter dem Namen Lasersintern vertrieben, ermöglicht in der Dentaltechnik hochwertig, schnell und wirtschaftlich Dentalgerüste zu fertigen.

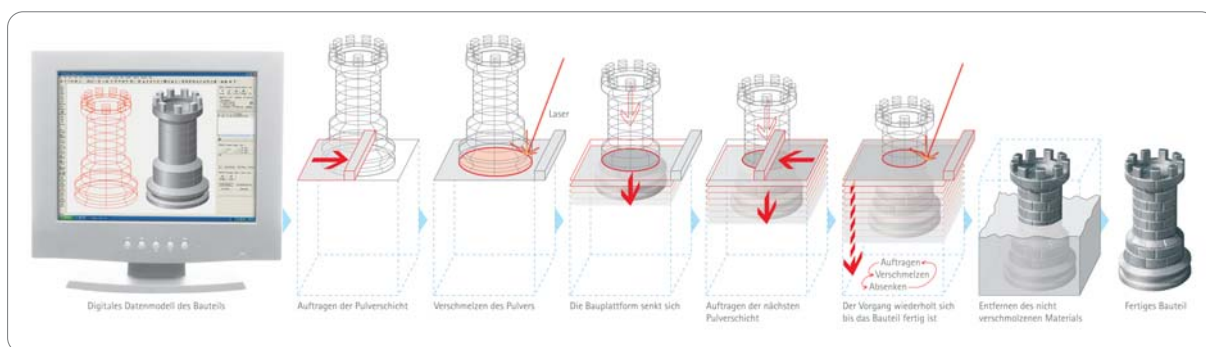


Abb. 1: Das Funktionsprinzip des Lasersinterns (Quelle: EOS).

In den Bereichen Automobil-, Flugzeug- und Schiffbau führen lasergestützte Anwendungen wie Laserstrahlschneiden oder -schweißen schon seit Langem zu hochqualitativen Fertigungsergebnissen, die sich durch hohe Automatisierungsgrade kosteneffizient umsetzen lassen. Doch nicht nur für große, sondern

auch für kleine und mittlere Unternehmen stellt die Laserstrahltechnologie aufgrund der Vielseitigkeit des Einsatzgebietes zusehends eine alternative Fertigungstechnologie dar. In der Materialverarbeitung kommen Gas-, Festkörper- oder Diodenlaser als Laserstrahlquellen zum Einsatz, die sich in Ausgangsleistung, Strahlqualität und Wellenlänge unterscheiden. Die Bearbeitung mittels Laserstrahlung zeichnet sich im Allgemeinen durch die gezielte Einbringung von Energie aus, die nur kleine Wärmeeinflusszonen verursacht und zudem eine verschleißfreie Bearbeitung ermöglicht. Die Laserstrahlung wird dabei mithilfe von optischen Komponenten über Strahlformungs- und Strahlführungssysteme auf das Bauteil und somit auf die Wirkstelle fokussiert. Die automatisierte Fertigung wird durch eine relative Bewegung des Bauteils zum Laserstrahl realisiert, die oftmals über mehrach-

sige Systeme erfolgt und so eine hohe geometrische Freiheit in der Bearbeitung ermöglicht. Für eine Vielzahl von Anwendungen eignen sich jedoch auch Spiegelablenksysteme, die eine Umlenkung und Positionierung der Laserstrahlung aus einer Entfernung von bis zu zwei Metern zulassen und dadurch eine Multiplikation der

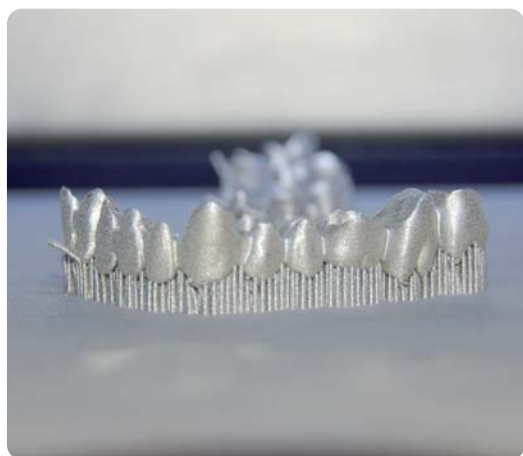


Abb. 2: Lasergesintertes Gerüst aus CoCr.



Abb. 3: Schliffbildprobe eines lasergesinterten Gerüsts aus CoCr.

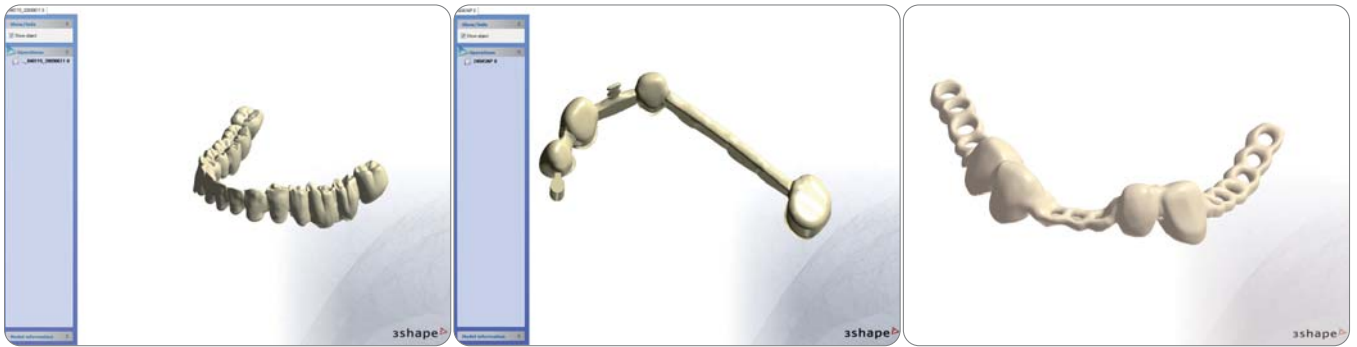


Abb. 4: Vollanatomische Brücke. – Abb. 5 und 6: Tertiärkonstruktion über Galvanokäppchen.

Bearbeitungsgeschwindigkeit bewirken.

Mit neuen Laserstrahlquellen, Innovationen in der Lasersystemtechnik und der Weiterentwicklung der Prozesse lassen sich zudem nicht nur herkömmliche Schneid- oder Fügeprozesse substituieren, sondern auch neuartige Anwendungsfelder erschließen und innovative Produkte erzeugen. Hierzu zählt das urformende Verfahren Lasergenerieren, das heute zunehmend industrielle Verwendung findet. Im Bereich der Dentaltechnik können damit qualitativ hochwertig, schnell und kostengünstig Dentalgerüste, Situationsmodelle und viele andere dentale Konstruktionslösungen gefertigt werden.

#### Vom Lasersintern zum Laserschmelzen

Das technologische Prinzip der Lasergenerier-Technologie basiert auf dem Rapid Prototyping Verfahren der Stereolithografie. Dieses Mitte der 80er-Jahre entwickelte Verfahren nutzt als Grundwerkstoff ein in flüssiger Form vorliegendes fotosensitives Polymer, das mit einem Laserstrahl selektiv und schichtweise ausgehärtet wird, um dreidimensionale Bauteile für den Einsatz als physische Konzeptmodelle

zu erzeugen. In der Folge wurde das selektive Lasersintern entwickelt, das die Schmelzung von Kunststoffen und Sinterung bzw. Anschmelzung metallischer Werkstoffsysteme ermöglicht. Letztere verfügen über einen Binder in Form von Kunststoff oder niedrigschmelzenden Partikeln, die somit die mechanischen Eigenschaften der Bauteile negativ beeinflussen.

Die konsequente Weiterentwicklung der Anlagentechnik sowie die Verfügbarkeit neuer und leistungsfähiger Laserstrahlquellen führten Ende der 90er-Jahre schließlich zum selektiven Laserschmelzen, das den Einsatz einkomponentiger Werkstoffe wie Edel- oder Werkzeugstahl ermöglicht. Durch ein vollständiges Aufschmelzen des Pulverwerkstoffs können Bauteile mit einer Dichte von nahezu 100 Prozent generiert werden, die mit den mechanischen Eigenschaften von Gussteilen aus dem gleichen Werkstoff vergleichbar sind. Dieser Prozess erlaubt somit die direkte Fertigung von einsatzfähigen Funktionsbauteilen in einem Herstellungsschritt und wird folglich als Rapid Manufacturing-Technologie verstanden. Aufgrund des historisch gewachsenen Begriffs wird dieser Prozess des Laserschmelzens

auch häufig noch als Lasersintern bezeichnet.

Mit dem lasergenerativen Verfahren lassen sich komplexe Bauteile in einem zyklischen Prozess aus Pulverwerkstoffen erzeugen. Basis für die Herstellung in diesem vollautomatischen additiven Prozess ist ein in Scheiben geschnittener CAD-Datensatz. Unter Einsatz von Laserstrahlung wird ein Pulver in Schichtstärken von typischerweise 20 µm selektiv belichtet und aufgeschmolzen. Im Anschluss an die Belichtung einer Schicht wird die Arbeitsplattform um die Schichthöhe abgesenkt, eine neue Pulverschicht aufgetragen und entsprechend den Geometriedaten selektiv belichtet (Abb. 1). Als Grundwerkstoffe sind u.a. biokompatible Metallpulver wie Kobalt-Chrom- oder Titanlegierungen einsetzbar.

Das Lasersinterverfahren wird seit Oktober 2008 von der MICHAEL FLUSSFISCH GmbH in Hamburg zur NEM-Gerütherstellung eingesetzt. Es eignet sich besonders für die Herstellung freiform-geformter Bauteile, wie zahntechnische Metallgerüste, bei denen es sich immer um patientenindividuelle Sonderanfertigungen handelt. Ein weiterer Vorteil sind die geringen Dimensionierungen von Kro-



Abb. 7: Preci-Vertex Geschiebe. – Abb. 8: Implantatgetragene Brückenkonstruktion. – Abb. 9: Primärkrone aus NEM.



Abb. 10: Fertiges CoCr-Gerüst. (Bilder 2–10: MICHAEL FLUSSFISCH GmbH)

nen und Brücken. Die enorme Wirtschaftlichkeit des Verfahrens resultiert daraus, dass nur das Material verbraucht wird, das für die Gerütherstellung benötigt wird. Die vom Medizinproduktegesetz geforderte Transparenz in den Fertigungsabläufen wird mithilfe der computergestützten Dokumentation ohne großen Aufwand gesichert.

Eine qualitativ hochwertige Gerütherstellung mittels Lasersinter-technik wird nur erreicht, wenn dabei der Einfluss der Herstellungsparameter auf die Materialeigenschaften beachtet wird. Eine der zahlreichen Herausforderungen ist, dass die Gerüste mit ihren okklusalen Flächen mithilfe von Verbindern auf die Bauplattform gesintert werden (Abb. 2). Dabei kommt es von Schicht zu Schicht zu einem hohen Temperaturunterschied. Der schnelle Erstarungsprozess verursacht interne Spannungen im Gefüge. Dieses Problem ist durch intelligente Lasersteuerung und nachträgliche Wärmebehandlung gelöst worden. Der Kunde

ANZEIGE

ZWP online

Das Nachrichtenportal für die gesamte Dentalbranche



www.zwp-online.info

erhält ein spannungsfreies, homogenes und brennstabiles Gerüst (Abb. 3). Mit der Lasersinter-technik lassen sich verschiedenste Konstruktionslösungen realisieren. Einige Beispiele aus der MICHAEL FLUSSFISCH GmbH:

- Mehrgliedrige Brücken mit massiven Brückengliedern sind im Gussverfahren nur bedingt realisierbar. Diese Konstruktionen können zu hoch für den Einsatz in der dentalen Frästechnik sein. Mithilfe des angewandten Verfahrens stellt die Umsetzung kein Problem dar (Abb. 4).
- Tertiärkonstruktion über Galvano-käppchen: Hier sieht man zwei Lösungsbeispiele; als Verbinder wurden Steg und Ringlochretentionen gewählt (Abb. 5 und 6). Das Lasersintern bspw. von Preci-Vertex Geschrieben, ist ebenfalls realisierbar (Abb. 7).
- Implantatgetragene Brückenkonstruktionen sind mithilfe der Lasersinter-technik wirtschaftlicher herzustellen (Abb. 8). Für die Gusstechnik hingegen sind diese Konstruktionen oft zu voluminös.
- Teleskoptechnik: Auch Primärkronen aus NEM sind ein gängiges Einsatzgebiet; die Herstellung mittels der CAD-Software spart viel Zeit (Abb. 9).

#### Mut zum Wechsel

Beim Umstieg von der konventionellen Guss- auf die neue Lasersinter-Technik ist eine der ersten Herausforderungen für die Anwender die Konstruktion mittels Software. Dies bedarf eines Lernprozesses, dessen Dauer von den individuellen Vorkenntnissen und der persönlichen Computererfahrung abhängt. Die Design-Software ist mittlerweile sehr ausgereift und deckt immer mehr zahntechnische Konstruktionsmöglichkeiten ab. Gleichzeitig muss der Anwender sein anatomisches Wissen sowie das dreidimensionale Vorstellungsvermögen weiterhin einsetzen. Ebenso muss die individuelle Steuerung von Passung und Form über die zahlreichen ausschlaggebenden Parameter wie Zementspaltwerte, Wandstärken usw. erlernt werden. Die präventiven Maßnahmen wie die Präparation der Zahnstümpfe bzw. die Modellvorbereitung

und Analyse sollten akkurat ausgeführt werden.

Die ersten Erfahrungen zeigen, dass die neue Technik zögernd, aber doch in zunehmendem Maße angenommen wird. Nicht nur wirtschaftliche Vorteile, sondern auch die konstante Qualität der Gerüste veranlasst viele Labore zum Umstieg. Viele Anwender sind indes noch skeptisch. Dies resultiert aus den oft schlechten Erfahrungen der letzten Jahre, in denen das Zahntechnikergewerbe von der Umstellung auf die CAD/CAM-Technik als „Versuchskaninchen“ betroffen war. Hier ist oft viel Überzeugungsarbeit notwendig. Grundsätzlich können drei Anwendergruppen unterschieden werden:

- 1) Anwender, die bei der NEM-Herstellung nach dem neuesten Stand der Technik produzieren möchten.
- 2) Anwender, die Lasersintern als Ergänzung zur Gusstechnik nutzen, besonders bei mehrgliedrigen Konstruktionen, die mit herkömmlicher Technik schwer zu realisieren sind.
- 3) Anwender, die ihre Fräsmaschinen mit der NEM-Auslagerung entlasten möchten.

#### Passgenaue Ergebnisse

Die Lasersinter-technik ist die derzeit modernste Methode zur Gerüstfertigung. Das Gerüst ist passgenau (Abb. 10) und die Fertigung verursacht keine zusätzlichen Kosten wie Strom, Material, Geräte und Arbeitszeit für das Labor. Bei anspruchsvollen mehrgliedrigen Konstruktionen müssen keine umständlichen vorbeugenden Maßnahmen getroffen werden, um spannungsfreie Ergebnisse zu erzielen. Durch die CAD-Konstruktion ist weniger Nacharbeit notwendig. NEM-Fertigung macht auf diese Weise wieder Spaß.

## kontakt.

#### MICHAEL FLUSSFISCH GmbH

Friesenweg 7  
22763 Hamburg  
Tel.: 0 40/86 07 66  
Fax: 0 40/86 12 71  
E-Mail: info@flussfisch-dental.de  
www.flussfisch-dental.de