

# Dentaler 3D-Druck: Was gibt's Neues?

Ein Beitrag von Annett Kieschnick, Berlin und Prof. Dr. Dipl.-Ing. Bogna Stawarczyk MSc, München

Die additive Fertigung (3D-Druck) in der Zahnmedizin hat sich in den vergangenen Jahren enorm weiterentwickelt. Angesichts dieses rasanten Fortschritts war zu erwarten, dass auf der IDS 2023 ein wichtiger Fokus auf diesen Bereich gelegt werden würde. Es gab einige interessante Neuheiten für Zahnarztpraxis und Dentallabor, die sowohl Technologie und Werkstoffe als auch Prozessbausteine betreffen.

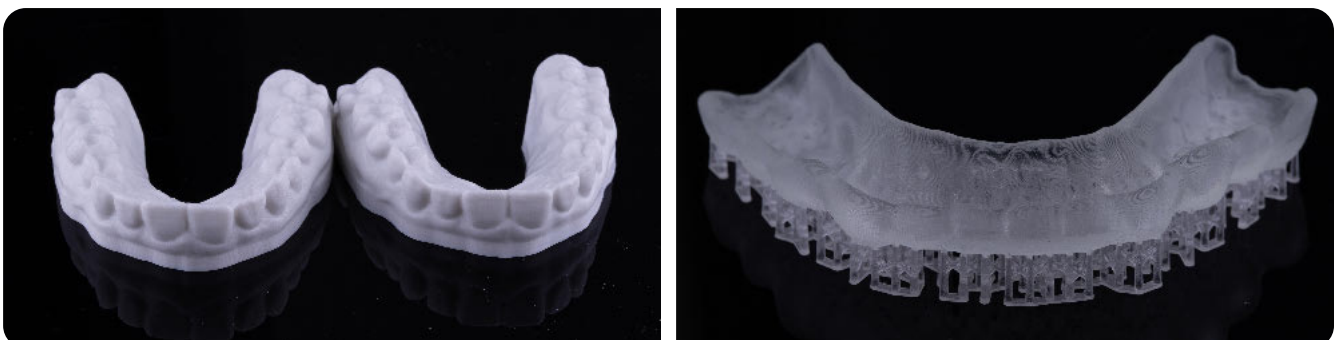
Die dentale Welt hat sich seit der letzten „echten“ IDS im Jahr 2019 gewandelt; dies unterstrich auch die IDS 2023. Höher, schneller, weiter ... – wer nach Köln gereist ist, um bahnbrechende Innovationen zu erleben, wird etwas ernüchert in der Realität angekommen sein. Wer jedoch Einblicke in effektive Lösungen, vereinfachte Prozesse und optimierte Werkstoffe suchte, wird mit inspirierenden Eindrücken nach Hause gefahren sein und ein positives Fazit aus den Messetagen gezogen haben. Insbesondere der Markt des dentalen 3D-Drucks ist von hoher Dynamik geprägt. Und so zeigte sich auf der IDS eine bunte Vielfalt von Anbietern, deren Namen teilweise für viele Messebesucher bis dato unbekannt waren. Spezialisierte Medizintechnik-Unternehmen (z. B. pro3dure), innovative Start-ups (z. B. NYTE3D), dentale „Platzhirsche“ (z. B. Dentsply Siro-

na) – an insgesamt 219 Ständen wurden Produkte rund um den 3D-Druck vorgestellt. 161 Unternehmen hatten Werkstoffe für den dentalen 3D-Druck im Portfolio. Allein diese Zahlen verdeutlichen den Fortschritt der additiven Fertigung (AF) und das Potenzial, was ihr zugeschrieben wird.

## End-to-End-Workflow

Die derzeit in Dentallabor und Zahnarztpraxis am häufigsten angewandte additive Technologie ist die Stereolithografie (SLA), bei der die Objekte aus Resin gedruckt werden. Nach dem 3D-Druck ist hier ein zuverlässiges Post-Processing unverzichtbar. Auffallend ist, dass vonseiten der Hersteller zunehmend der Fokus auf validierte Prozessketten und abgestimmte Abläufe gelegt wird. Viele Anbieter prä-

sentierten Druckstraßen, bei denen für den eigentlichen Druck über die Reinigung bis zur Nachpolymerisation alle Geräte in einem Workflow eingebunden sind. Ziel einer solchen validierten Prozesskette ist es, nicht nur die Technologie zu beherrschen, sondern insbesondere die hohen Qualitätsstandards zu erfüllen, die in der Zahnmedizin gefordert werden. Dentale „3D-Druck-Ökosysteme“ wurden beispielsweise am Stand von DMG und Straumann gezeigt. Das Unternehmen SprintRay geht im End-to-End-Workflow noch einen Schritt weiter und stellt optional über einen Cloud-Design-Service die fertige Konstruktion für den Inhouse-Druckprozess bereit. Und auch Formlabs setzt auf Automatismen. Mit dem Automation Ecosystem kann eine automatisierte Druckerflotte aufgebaut werden. Form Auto ist eine Hardware-Erweiterung



^ Anwendungsbeispiele: Additive Fertigung von Modellen und Schienen



#### ^ Multi-Material-Druck am Stand von Stratasys

für die Form 3B- und Form 3B+-Drucker. Die gedruckten Objekte werden automatisch von der Bauplattform entfernt; der nächste Druckvorgang startet ohne weitere Interaktion des Anwendenden. Bezüglich der Reinigung des gedruckten Objektes gehen einige Firmen andere Wege, als die bislang oft angewandte Methode mit chemischen Substanzen. Bei RapidShape beispielsweise werden die gedruckten Objekte mit hoher Drehzahl geschleudert (Zentrifuge), um Überschüsse zu entfernen. Auf Isopropanol oder Ähnliches kann verzichtet werden, was u. a. dem Umwelt- und Gesundheitsschutz zugutekommt. Der Trend der Reinigung mittels Ultraschalls wurde auf Grund der Entzündungsgefahr auf Reinigungsgeräte mit Magnetrührern verlagert (z. B. Ivoclar, Dreve etc.). Auch für die Nachbelichtung wurden zahlreiche neue Geräte vorgestellt. Der Trend geht Richtung anwenderspezifische Geräte, die modular nach den Bedürfnissen der zu verwendeten Werkstoffpalette aufgebaut werden können, z. B. mit Wärme, Schutzgas und unterschiedlicher Anzahl der Lichtquellen mit variierender Wellenlänge und Lichtintensität.

### Anwendungsbereiche

Größter Treiber für den 3D-Druck ist die zu erwartende Verbreitung von Intraoralscannern und die daraus resultierende Notwendigkeit der digitalen Modellherstellung. Doch der Anwendungsbereich des 3D-Drucks geht deutlich über den Modelldruck hinaus. Abformlöffel, Bisschablonen, Prothesenbasen, Mock-ups, Schienen, Provisorien etc. – all diese Indikationen haben sich in den vergangenen Jahren etabliert. Mittlerweile werden zunehmend Werkstoffe für permanenten Zahnersatz angeboten (z. B. Bego, Detax). Herstellerseitig wird von einem keramisch gefüllten Hybridmaterial gesprochen. Aus Sicht der Werkstoffkunde handelt es sich um mit anorganischen Partikeln gefüllte Polymersysteme. Der Füllstoffgehalt im Vergleich zu den konventionellen Kompositen (z. B. direkte Füllungskomposite oder Verblendkomposite) ist sehr gering. Interessante Perspektiven im Dentalbereich bietet auch der Multi-Material-Druck. Schon länger ist es möglich, innerhalb eines Druckprozesses verschiedene Materialien zu kombinieren. Bislang waren die auf der Polyjet-Technologie (Stratasys) basierenden Drucker vergleichsweise groß und kamen daher vorwiegend in

#### dd Tipp

Demnächst wird das erfolgreiche digitale Werkstoffkunde-Kompodium um das Buch „3D-Druckwerkstoffe“ erweitert. Hier ist das Wissen rund um die Werkstoffkunde im Bereich der additiven Fertigung komprimiert zusammengefasst. Informationen: [www.werkstoffkunde-kompodium.de](http://www.werkstoffkunde-kompodium.de)

Fertigungszentren zum Einsatz. Auf der IDS 2023 hatte ein kleiner Multi-Material-Drucker sein Debüt. Mit dem J5 DentaJet können drei Materialien gleichzeitig auf einer Plattform verdruckt werden, beispielsweise die Bohrschablone mit zugehörigem Modell und Gingivamaske oder ein Modell mit Modellgussgerüst aus ausbrennbarem Material.

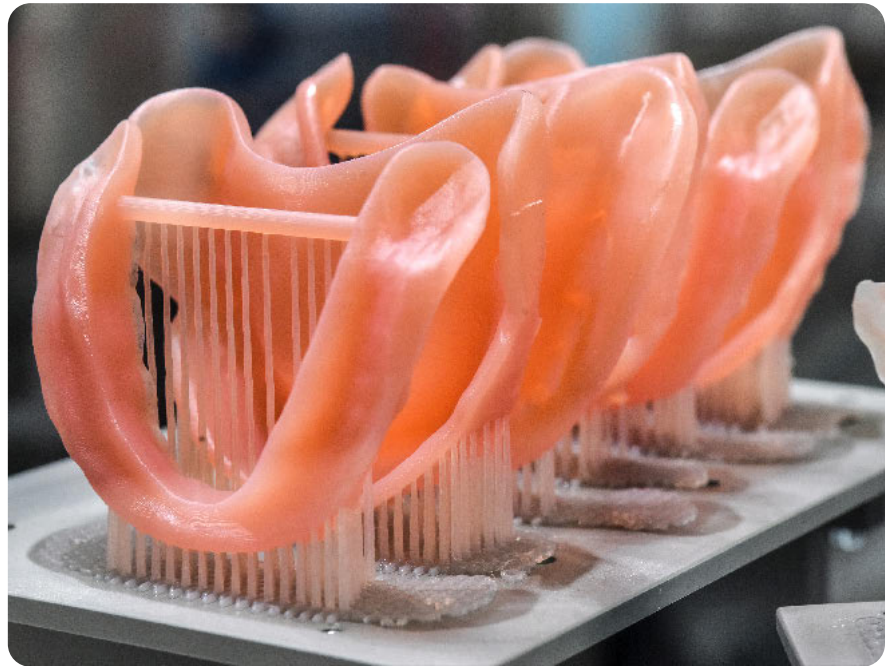
Im Bereich der dentalen 3D-Druckresine wurden Werkstoffe für die verschiedensten extra- und intraoralen Anwendungen vorgestellt. Interessant sind beispielsweise biomimetische Polymere, die das Unternehmen pro3dure in Zusammenarbeit mit

## Digitales Labor

Penrhos Bio (Unilever-Tochter) entwickelt hat. Mit der MSI-Technologie (Multi-Species Inhibition) soll die Biofilmbildung vermindert werden. Inspiriert durch die Natur (Rotalge) wurde die Technologie u. a. in verschiedene intraoral anzuwendende 3D-Druckwerkstoffe von pro3dure integriert, um Verfärbungen und/oder Ablagerungen auf dem Objekt zu verhindern. Der gleiche Hersteller zeigte auf der IDS auch ein Schienenmaterial, welches über einen patentierten Thermo-Memory-Effekt verfügt. Die gedruckte Schiene passt sich bei Körpertemperatur der Zahnreihe an, wodurch sich Tragekomfort und Bruchstabilität erhöhen.

### 3D-Druck von Keramik

Keramische Werkstoffe sind im Bereich der additiven Fertigungsverfahren recht neu und so stieß der 3D-Druck von Keramik auf der IDS 2023 auf großes Interesse. Schon seit längerer Zeit befasst sich die Wissenschaft mit dem Druck von Keramik im Dentalbereich. Die Forschung und Entwicklung ist hier sehr aktiv. Auf der IDS präsentierte das Unternehmen Lithoz den Druck von Keramik. Der Werkstoff basiert auf IPS e.max Lithium-Disilikat-Pulver (Ivoclar) und ermöglicht den Druck vollkeramischer Restaurationen, z. B. dünne Ve-



^ Druck von Prothesenbasen bei Rapid-Shape (Foto: Koeln Messe/IDS)

neers (ab 0,3 mm) oder Kronen mit detailgenauer Darstellung und den bekannten ästhetischen Eigenschaften. Das auf Stereolithographie basierende LCM-3D-Druckverfahren von Lithoz ermöglicht durch die Verwendung von abgestimmten Keramiken den Druck komplexer und sehr feiner Keramikstrukturen. So ist nicht

nur der Druck von Zahnersatz möglich. Auch bioresorbierbarer Kieferknochen (Hydroxylapatit oder Tricalciumphosphat) und additiv seriell gefertigte Zahnimplantate aus Zirkonoxid (TZP-A) oder aluminiumoxid-gehärtetem Zirkonoxid (ATZ) können auf diesem Weg gefertigt werden. Auf der Messe konnten sich die Be-



^ Filamentdruck für die digitale Modellherstellung auf dem Messestand von Renfert

sucher über den Stand des Projektes informieren. Das Drucken von Keramiken bietet spannende Perspektiven. Es bleibt abzuwarten, bis ein routinemäßiger Einsatz in Zahnarztpraxis und Dentallabor absehbar ist.

### Dentaler Filamentdruck

Positiv überraschten auch die dentalen Filamentdrucker (Fused Deposition Modeling, FDM), die in Köln von einigen Herstellern (z. B. Renfert, Heimerle + Meule) vorgestellt worden sind. Dank der Prozessoptimierung ist die Genauigkeit des dentalen Filamentdrucks deutlich gesteigert worden. Auch die oft bemängelte lange Druckdauer gehört der Vergangenheit an, denn die Geräte sind schnell geworden. Derzeit werden mit dem Filamentdruck hauptsächlich Modelle hergestellt und so einer der wohl wichtigsten Anwendungsbereiche in Labor und Praxis abgedeckt. Aber auch andere Objekte (z. B. Abformlöffel oder Kronen und Brücken für den provisorischen Bereich) sind möglich. Zudem ist auch hier die Werkstoffkundeforschung sehr rege, sodass es nur eine Frage der Zeit zu sein scheint, bis weitere Anwendungen möglich sind. In der Zahnmedizin werden an das Druckobjekt hohe Qualitätsstandards gestellt. Hierzu gehören zusätzlich zu Fertigungspräzision und Genauigkeit Faktoren wie Umwelt- und Gesundheitsschutz. Und an dieser Stelle bietet der Filamentdruck einige Vorzüge, z. B. kein Post-Processing, keine gesundheitsschädlichen Dämpfe.

### 3D-Druck und Nachhaltigkeit

Die Betrachtung der ökologischen Nachhaltigkeit von Technologien und Werkstoffen sollte fester Bestandteil des Labor- und Praxisalltags sein. Grundsätzlich fallen beim 3D-Druck je nach Technologie Abfallprodukte an. Stützstrukturen müssen entsorgt werden (Sondermüll). Hinzu kommen Reinigungsmittel, Altmaterial, Fehldrucke, diverse Lösungsmittel sowie sonstiger Abfall (Einmalhandschuhe, Papiertücher). Außerdem erfordert die Herstellung von 3D-Druckwerkstoffen häufig die Nutzung fossiler Ressourcen. Zwar

gibt es biologisch abbaubare Kunststoffe (z. B. Filamente aus Polylactiden, PLA), doch sind auch diese nicht immer völlig frei von umweltbelastenden Nebenprodukten. Für eine ökologisch nachhaltigere Zukunft ist es wünschenswert, dass dentale Druckwerkstoffe entwickelt werden, bei deren Herstellung auf fossile Ressourcen verzichtet werden könnte. Grundsätzlich sollten sich Anwender der Umweltauswirkungen bewusst sein, die durch Herstellungsprozesse verursacht werden, und alle Ressourcen mit Bedacht einsetzen.

### IDS 2023: Positives Fazit

Die IDS 2023 führte die Veränderungen in der dentalen Welt während der vergangenen vier Jahre deutlich vor Augen. Und so waren es in dieser einen Messewoche eben nicht die bahnbrechenden Innovationen, die für Aufmerksamkeit sorgten. Vielmehr war zu spüren, dass sich die Hersteller auf eine Konsolidierung etablierter Prozesse und eine Weiterentwicklung validierter Workflows konzentrieren und dies von den Anwendenden dankbar aufgenommen wird. Im Fokus stehen Lösungen, welche die Arbeit in Zahnarztpraxis und Dentallabor einfacher, effizienter und sicherer machen, um das Wohl der Patienten und auch die Qualität der Arbeit zu verbessern. Die IDS 2023 hat gezeigt, dass es oft kleine Entwicklungen sind, die mit wirkungsvollen Optimierungen die Arbeitsatmosphäre, das Wohlbefinden und den Spaß an der Arbeit verbessern. Der dentale 3D-Druck hat sich zu einer gängigen Fertigungstechnologie entwickelt. Das Verfahren ist in der Gegenwart etabliert und wird sein hohes Potenzial in der Zukunft weiter ausspielen.

### Kontakt

Annett Kieschnick  
Freie Fachjournalistin für  
Zahntechnik & Zahnmedizin  
Helmholtzstraße 27  
10587 Berlin