3D-gedruckte Langzeitprovisorien: Digitale dentale Technologie sorgt für neue Flexibilität

Herausnehmbare Langzeitprovisorien sind essenziell zur Stabilisierung klinischer Situationen bei unsicherer Prognose von Pfeilerzähnen oder wenn präprothetische parodontologische und/oder chirurgische Vorbehandlungen für die definitive Versorgung vonnöten sind. Flexible Basen mit integrierten Klammerelementen bieten Patienten dabei einen hohen Tragekomfort und schützen durch die Absorption von Kaukräften die Wundbereiche. Die Wahrscheinlichkeit für Irritationen und Druckstellen im Rahmen der Remodellierung des Kieferknochens ist bei diesen weicheren Varianten im Gegensatz zu klassischen PMMA-Basen reduziert. Im Folgenden wird demonstriert, wie heute solche flexiblen Basen und passend dazu das Zahnmaterial mit Digital Light Processing (DLP) hergestellt werden können und welche Vorteile daraus resultieren.

Dr. Florian Detsch, Arbnor Saraci, Patricia Strimb, Lukas Wichnalek, Norbert Wichnalek

Historie: 3D-Druck mit erhitztem Filament

Schon um die Jahrtausendwende konnten flexible teilprothetische Langzeitprovisorien mit einem Filamentdrucker hergestellt werden. Ein Kunststofffilament aus Nylon wurde dabei erhitzt, aufgeschmolzen und durch eine Düse gepresst. Das Material härtete unmittelbar nach dem Austritt aus der Düse aus und verband sich dabei mit der vorangegangenen Schicht. Prothesenbasis und Halteelemente entstanden so sukzessive aus geschmolzenem Kunststoff in vielen aufeinander gelagerten dünnen Schichten. Durch diese Fertigungstechnologie wurde die Oberfläche der Bauteile automatisch inhomogen, was die Ausarbeitung erschwerte und im klinischen Umfeld zu einer vermehrten Plaqueanlagerung und Geruchsbildung führte. Versorgungen aus dem Filamentdrucker konnten nicht repariert, unterfüttert oder erweitert werden.

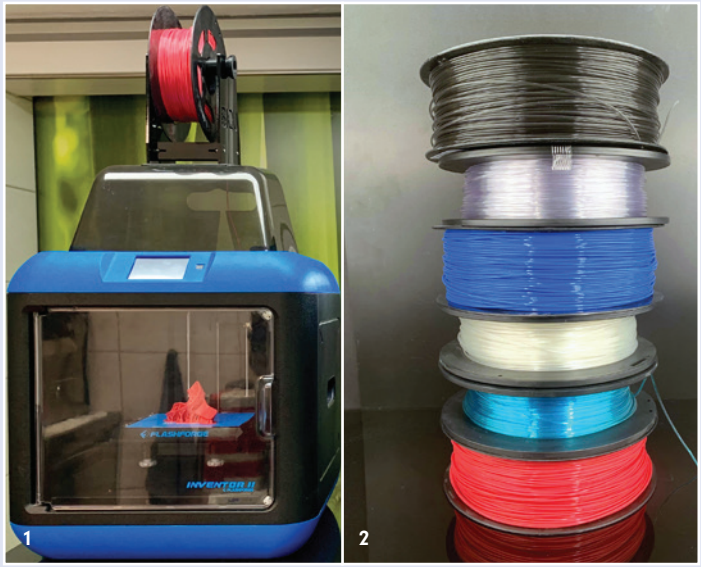


Abb. 1+2: Filamentdrucker mit verschiedenen Filamentrollen.

Gegenwart: Lichthärtendes, flexibles Harz

Bei dem Digital Light Processing (DLP) wird ein flüssiges Harz dort Schicht für Schicht belichtet, wo es aushärten soll. Erste DLP-Projektoren hielten zwar schon seit circa Mitte der 2010er-Jahre nach und nach Einzug in die Labore, wobei zunächst aber nur starre Bauteile wie Modelle oder individuelle Löffel gefertigt wurden. Mit VITA VIONIC BASE RESIN FLEX (VITA Zahnfabrik) können mittlerweile auch flexible Basen mit integrierten Halteelementen für Langzeitprovisorien mit dieser digitalen Technologie gedruckt werden.

Die Vorteile:

- Bauteile und deren Oberflächen werden homogen gefertigt
- Ausarbeitung geht leichter von der Hand
- Druckharz dient für den chemischen Verbund der Zahnkomponenten
- Druckharz kann zur Oberflächenveredelung verwendet werden
- Flexible Prothesen werden reparier-, erweiter- und unterfütterbar

Infos zu den Autoren

Dr. Florian Detsch

Arbnor Saraci

Patricia Strimb

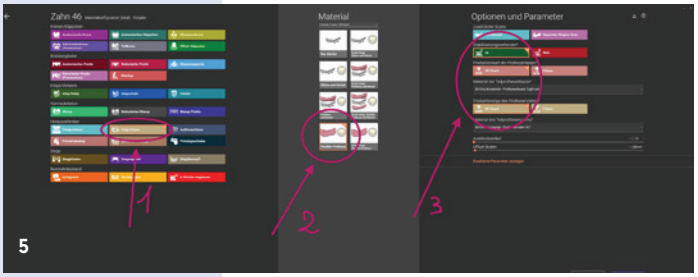
Lukas Wichnalek

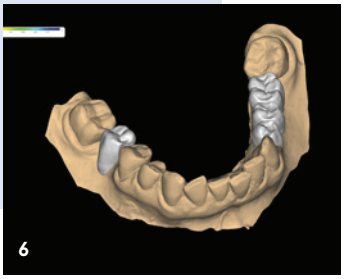
Norbert Wichnalek

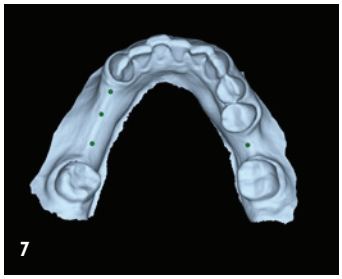
Abb. 3: Bei einer mit Filamentdruck hergestellten Flexprothese sind die einzelnen Schichten in der Basis deutlich sichtbar. – **Abb. 4:** Die Ausgangssituation mit den fehlenden Zähnen 36, 35, 34 und 46. – **Abb. 5:** Auswahl Teilprothese (1) mit flexibler Basis (2) im 3D-Druck (3) sowie der dafür eingesetzten Materialien. – **Abb. 6:** Die passenden Zähne 36, 35, 34 und 46 aus der Zahnbibliothek wurden aufgestellt. – **Abb. 7:** Die punktförmige Positionierung der Zähne auf dem Kieferkamm. – **Abb. 8:** In der Software wurden die Unterschnitte in den Kiefer- und Klammerbereichen ausgeblockt. – **Abb. 9:** Die Ausdehnung und Dimensionierung der Prothesenbasis und der Halteelemente wurden definiert. – **Abb. 10:** Die Gesamtkonstruktion mit Querschnitt an Zahn und Basis in Regio 46.

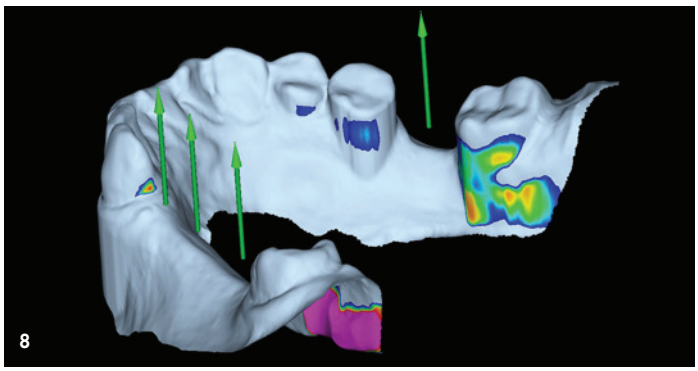


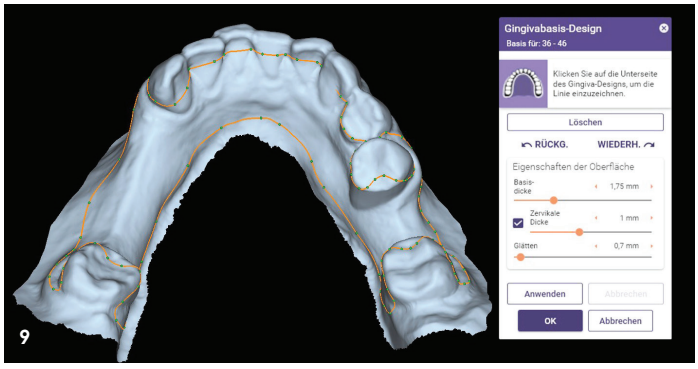


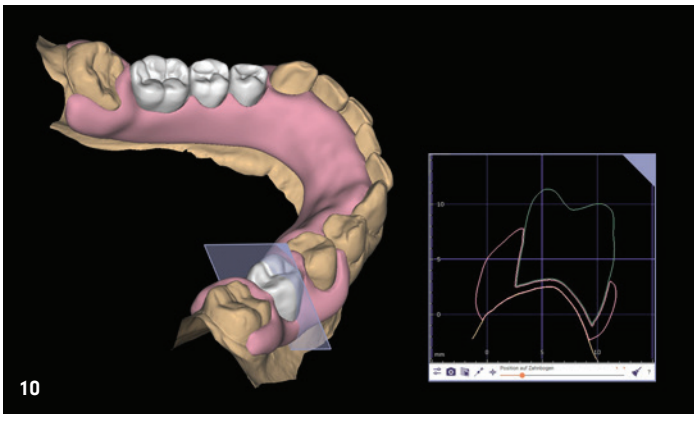










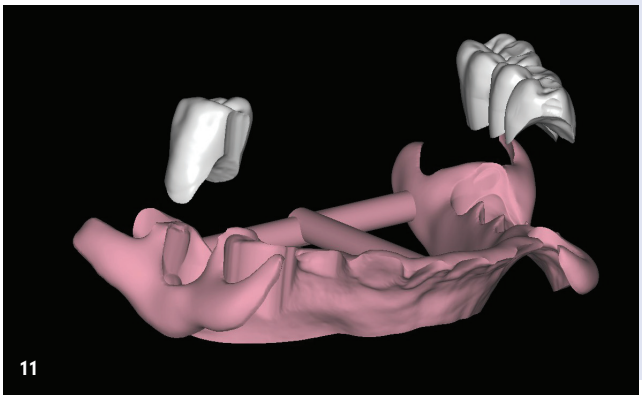


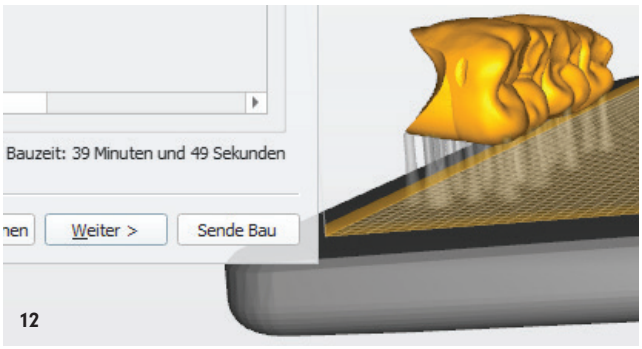
Digitaler Workflow für Flexprothesen

Eine 52-jährige Patientin war im Oberkiefer totalprothetisch versorgt, zeigte aber nach Extraktionen einen Lückenstand an 36, 35, 34 und 46, der sie ästhetisch und funktionell störte. Sie wünschte eine festsitzende Versorgung im Unterkiefer, weshalb eine definitive prothetische Gesamtplanung erstellt wurde. Da diese aus finanziellen Gründen nicht gleich durchgeführt werden konnte, wünschte die Patientin eine langzeitprovisorische Versorgung zur Stabilisierung der klinischen Situation. Metallische Klammern lehnte sie ab, weshalb die Wahl auf eine ökonomische, additiv gefertigte Teilprothetik mit flexibler Basis und integrierten Klammerelementen aus VITA VIONIC BASE RESIN FLEX pink translucent und additiv gefertigte Zähne aus VITA VIONIC DENT RESIN A2 fiel.

Scan und Konstruktion

Die Daten aus einem Intraoralscan wurden in die exocad Software (exocad) eingespeist und auf dieser Grundlage virtuelle Modelle generiert. In einem ersten Schritt wurde der Fall in der CAD-Software angelegt. Dabei wurden die fehlenden Zähne markiert und in die Maske die Art der Arbeit als Teilprothese (1) mit flexibler Basis (2) im 3D-Druck (3) sowie die dafür eingesetzten Materialien eingepflegt. Im exocad Modellierer wurden anschließend die Zähne aus der Zahnbibliothek ausgewählt und aufgestellt sowie die Einschubrichtung definiert. Anschließend wurden die Unterschnitte materialspezifisch definiert und ausgeblockt. In einem nächsten Schritt wurde die Ausdehnung der Prothesenbasis, des







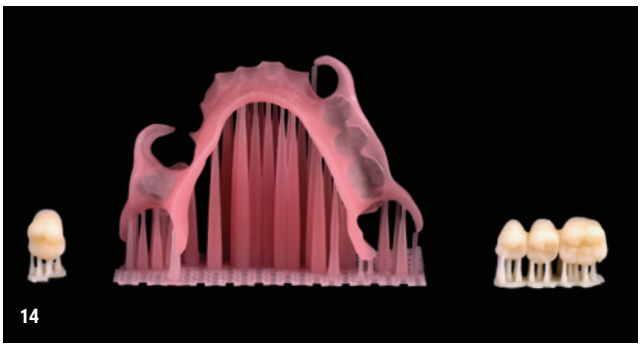




Abb. 11: Die prothetischen Komponenten wurden für den separaten Druck voneinander extrahiert. – **Abb. 12:** Die horizontale Lagerung der prothetischen Zahnkomponenten. – **Abb. 13:** Eine Lagerung von circa 70 Grad hatte eine Druckzeit von 101 Minuten und 33 Sekunden zur Folge. – **Abb. 14:** Das Druckergebnis nach der Waschung im Ultraschallbad mit Isopropanol. – **Abb. 15:** Applikation von VITA VIONIC BASE RESIN FLEX auf den basalen Anteil der verblockten Zähne 34, 35 und 36.

Lingualbügels und der integrierten Halteelemente angelegt, sodass die virtuelle Gesamtkonstruktion der flexiblen Teilprothese vorlag. Es folgte das Extrahieren der Zähne von der Basis, sodass die prothetischen Komponenten separat aus VITA VIONIC BASE RESIN FLEX und VITA VIONIC DENT RESIN A2 additiv gefertigt werden konnten.

Dimensionierungen, Klebespalt und Lagerung

Die flexiblen Sattelbereiche wurden dabei in einer Schichtstärke von 2 bis 3 mm, die Anteile des Sublingualbügels mit 3 bis 5 mm und die Klammerelemente mit einer Schichtstärke von 1 bis 1,5 mm konstruiert, um Stabilität und einen retentiven Schnappeffekt zu gewährleisten. Für Zahn 46 wurde eine verkleinerte Alveole in der Größe eines Prämolaren angelegt, um die Kontaktbereiche für einen optimalen Halt auch aus VITA VIONIC BASE RESIN FLEX zu gestalten. Die Alveolen an 34, 35 und 36 wurden so designt, dass für eine größtmögliche Stabilität das Zahnmaterial verblockt gefertigt werden konnte. Der Klebespalt wurde mit einer Schichtstärke von 150 µm angelegt. Aus Zeitgründen hätte beschlossen werden können, die Basis in der Slicing-Software horizontal zu lagern, um eine schnelle Druckzeit von 49 Minuten und 39 Sekunden zu ermöglichen. Es erfolgte aber eine Lagerung von circa 70 Grad auf der Bauplattform mit einer längeren Druckzeit von 101 Minuten und 33 Sekunden, was den Vorteil hatte, dass keine Stützstrukturen in den Kavitäten platziert werden mussten. Die Präzision der Zahnpassung konnte so maximiert und die Ausarbeitungszeit minimiert werden. Allerdings musste dafür etwas mehr Druckmaterial eingesetzt werden.

Additive Fertigung und Verbund

Nach der additiven Fertigung und dem Abtropfen des überschüssigen Druckharzes von der Bauplatte wurden die Bauteile mit einem Spatel entfernt. Im Anschluss erfolgte die Beseitigung der äußeren Stützstrukturen und die Reinigung in einem Ultraschallbad mit Isopropanol. In einem nächsten Schritt wurde die manuelle Ausarbeitung vorgenommen, wobei auf eine Endhärtung konsequent verzichtet wurde,











Abb. 16: Repositionierung des verblockten Zahnmaterials in die Alveole. – **Abb. 17:** Anhärtung und Fixation der Zähne mit der Handpolymerisationslampe. – **Abb. 18:** Die fertige Arbeit nach Oberflächenveredelung mit VITA VIONIC BASE RESIN FLEX und Endhärtung. – **Abb. 19:** Digital Light Processing (DLP) und VITA VIONIC BASE RESIN FLEX sorgen für additive Flexibilität. – **Abb. 20:** Die fertige Flexprothese bei der klinischen Einprobe.

um die verbliebene chemische Reaktivität des Grünlingsstadiums für den chemischen Verbund zwischen Zähnen und Basis zu nutzen. Nach der Passungskontrolle aller prothetischen Komponenten wurden diese nach entsprechender Applikation von VITA VIONIC BASE RESIN FLEX, Repositionierung und Überschussentfernung mit einer Microbrush zuerst mit einer Handpolymerisationslampe fixiert. Auch die abschließende Oberflächenveredelung fand durch einen hauchdünnen Auftrag des Druckharzes auf die äußeren Anteile der Flexprothese mit einem feinen Pinsel statt. Die Endhärtung erfolgte in einem zweiten Schritt im Otoflash G171 N2 (NK-Optik) mit 2x2.000 Blitzen unter Stickstoff. Nach den ersten 2.000 Blitzen wurde die Arbeit gedreht, um alle Stellen gleichermaßen zu erreichen.

Flexibilität aus dem 3D-Drucker

Herausnehmbare Langzeitprovisorien gehören schon lange zum dentalen Arbeitsalltag und sind ein essenzieller Bestandteil für die Stabilisierung von klinischen Situationen und die Überbrückung der Zeit, bis eine definitive Versorgung möglich ist. Flexprothesen bieten dabei mit einem hohen funktionellen und ästhetischen Tragkomfort in Kombination mit einer kaukraftabsorbierenden Schutzfunktion klare Vorteile für die Patienten. Im digitalen Workflow konnten solche Teilprothesen bisher nur aus Nylonfilamenten additiv gefertigt werden, was aufgrund der Inhomogenität aber klinische Nachteile mit sich brachte. Eine nachträgliche Modifikation solcher flexibler Filamentprothesen war nicht möglich. Das DLP-Verfahren sorgt jetzt im Zusammenspiel mit dem VITA VIONIC BASE RESIN FLEX für ein homogenes Druckergebnis und auch nach der additiven Fertigung für die nötige Flexibilität, die im Handling des dentalen Arbeitsalltags gebraucht wird.

Alle Abbildungen: © HIGHFIELD.DESIGN – Germany

Für die vollständige Bilddokumentation scannen Sie bitte den QR-Code!

kontakt.

Dr. med. dent. Florian Detsch
www.greenteeth.net

Arbnor Saraci, Patricia Strimb, Norbert Wichnalek
HIGHFIELD.DESIGN – Germany • www.highfield.design

Lukas Wichnalek
HIGHFIELD.DESIGN – Mexico • www.highfielddesign.mx