

QUINTESSENZ ZAHNTECHNIK

03/20

März 2020
46. Jahrgang



SONDERDRUCK

**Additive Fertigung von
Aufbisschienen**
Verarbeitung
von KeySplint Soft auf
einem Carbon Printer M2

Ulrich Thielen



Additive Fertigung von Aufbisschienen

Verarbeitung von KeySplint Soft auf einem Carbon Printer M2

ULRICH THIELEN





Abb. 1 Darstellung der isotropen Materialeigenschaften durch das DLS-Verfahren im Schnittbild (Abbildung Fa. Carbon3D Inc.).

Zusammenfassung
Neue Materialien im Bereich des 3-D-Drucks bieten neue Möglichkeiten in der Schienenherstellung. Probleme bisher bekannter Schienenmaterialien scheinen der Vergangenheit anzugehören und ermöglichen ganz neue Perspektiven im Hinblick auf eine nachhaltige Produktion im komplett digitalen und modellfreien Workflow zwischen Zahnarztpraxis und Dentallabor. Der Beitrag berichtet von Erfahrungen mit KeySplint Soft (Keystone Industries, Singen).

Indizes
CAD/CAM, additive Fertigung, Aufbisschienen, DLP, DLS

Einleitung

Seit einigen Jahren setzen sich die generativen Verfahren zunehmend im Markt dentaler Anwendungen durch und in Teilbereichen wurden gute Fortschritte erzielt. Abgesehen von den teilweise starken Abweichungen in der Druckqualität beschränkte sich der Einsatz mangels geeigneter Materialien bisher hauptsächlich auf gedruckte Modelle, Löffel, Kieferrelationsbestimmungen und Bohrschablonen. Es gibt zwar Druckmaterialien für Aufbisschienen, die nicht mehr die oft bekannte Sprödigkeit haben, aber trotzdem war es seitens der Hersteller nicht möglich, ein Material mit ausreichend guten und interessanten neuen Eigenschaften auf dem Markt zu platzieren. Aus diesem Grund wurden im Betrieb des Autors alle harten Aufbisschienen bis zur Verfügbarkeit eines geeigneten Druckverfahrens und geeigneter Materialien subtraktiv herge-

stellt. Dies änderte sich durch den M2 Drucker von Carbon (Redwood City, USA) und dem hier vorgestellten Material von Keystone Industries (Singen).

Druckverfahren

Hergestellt werden die Aufbisschienen mit einem Carbon M2 Printer. Bei diesem Gerät handelt es sich um einen Drucker, der einen hohen Anspruch an die Reproduzierbarkeit des gedruckten Objekts stellt und zugleich durch einen modifizierten DLP-Prozess (DLP = Digital Light Processing; Harze werden mit Licht ausgehärtet), der von Carbon DLS (Digital Light Synthesis) genannt wird, verbesserte Materialeigenschaften hervorbringt. Genutzt wird dafür das CLIP-Verfahren (Continuous Liquid Interface Production), das die gedruckten Teile in einem fotochemischen Prozess aus Licht und Sauerstoff zu einem Objekt mit isotropen Materialeigenschaften verbindet (Abb. 1 und 2).



Abb. 2 Die Aufbissschienen im Druckprozess. **Abb. 3** Die fertig gedruckten Schienen im Drucker.

Schienenmaterial

Keystone Industries hat mit KeySplint Soft einen neuen Ansatz in der Zusammensetzung von Druckmaterialien im Vergleich zu anderen Herstellern gefunden. Die neu entwickelten Eigenschaften zeichnen sich vor allem durch eine

enorme Biegefestigkeit aus. Die Flexibilität der Schiene führt nach Erfahrung des Autors bei abrasiven Oberflächenveränderungen im Mund nicht zu Rissbildungen und das lässt auf energieabsorbierende Eigenschaften des Materials bei klinischer Nutzung durch den Patienten schließen (Abb. 3 bis 5).

Vergleich zu Schienen aus anderen Materialien

Das Druckverfahren mit dem Carbon M2 Printer repräsentiert eine industrielle Methode in der additiven Fertigung. Industrieunternehmen sind aus Gründen der Rentabilität an einer möglichst hohen Wiederholbarkeit der gedruckten Ergebnisse interessiert. Auch Labore haben diesen Anspruch an ihre Produkte und in besonderem Maße, wenn es um eingegliederte Patientenversorgungen geht. Für die Herstellung von Einwegartikeln, wie Löffel und Kieferrelationsbestimmungen oder Modelle für Aligner und Modelle als reines Transportmedium für digital hergestellte Kronen und Brücken, ist eine preisgünstige Druckervariante im niedrigen vierstelligen Bereich bei individueller Betrachtung des Betriebes im Einzelfall vernünftig. Sobald es um die Produktion einer hochpreisigeren Versorgung wie einer Aufbissschiene oder einer Prothese geht, ist eine möglichst hohe Wiederholbarkeit des Druckergebnisses wichtig für die Zuverlässigkeit des Ergebnisses und für die Kundenzufriedenheit.

Genau dies ist bei KeySplint Soft der Fall. Wenn wir in der Vergangenheit alle harten Aufbissschienen gefräst und sehr schöne klare Schienen hergestellt haben, die leider oft durch nicht optimale Abformungen zu Neuanfertigungen geführt haben, so ist die Erfahrung des Autors mit den gedruckten Schienen deutlich besser. Er nutzt das Material durchgängig für alle harten Schienen und hat in vier Monaten nur zwei Ausfälle in situ gehabt. Bei gefrästen Schienen waren die Ausfälle im vergleichbaren Zeitraum höher, mindestens um den Faktor 30. Dieser Unterschied ist mehr als signifikant und wirtschaftlich enorm entscheidend. Der Unterschied liegt vermutlich in den einzigartigen Materialeigenschaften be-

gründet. Die Flexibilität des Materials und gleichzeitige Festigkeit macht den Unterschied zur gefrästen Schiene und zu den Kaltpolymerisaten aus. Ein einfacher Test verdeutlicht diese Eigenschaften (siehe Video zu Abb. 5).

Drückt man eine Schiene aus diesem Material an beiden Enden zusammen und darüber hinaus, so führt dies nicht zu einem Bruch oder einer Schwächung des Materials. Selbst eine Weißfärbung im Bereich der mittleren Inzisiven als Merkmal manueller Kaltverformung ist nicht sichtbar. Kein Patient wird diesen Versuch in der Realität selbst machen, allerdings verdeutlicht dieser Test die ungewöhnlichen Eigenschaften des Materials.

Die Flexibilität, verbunden mit hoher Festigkeit, hat Auswirkungen auf den Tragekomfort und die Patientenakzeptanz. Die Schiene wird im Mund durch die Körpertemperatur noch etwas geschmeidiger und lässt sich dadurch sehr angenehm tragen. Außerhalb des Mundes behält sie die ursprüngliche Form. Die Flexibilität der Schiene schränkt den therapeutischen Nutzen nicht ein, weil es sich nicht um eine tiefgezogene Schiene aus weichem Vinylacetat handelt, sondern um eine immer noch harte Schiene mit flexiblen Eigenschaften. Im direkten Vergleich zu einer konventionell hergestellten Schiene aus Kaltpolymerisat oder einer gefrästen Schiene ist KeySplint Soft im Fingernageltest minimal weicher. Dieser scheinbare Nachteil wird durch den Tragekomfort und deutlich reduziertes Fremdkörpergefühl ausgeglichen.

Anwendende Zahnärzte berichten von einem weiteren interessanten Aspekt: Wenn es bei konventionellen Schienen in den Funktionsbewegungen gelegentlich zum Abheben auf der alternierenden Kieferseite kam, so ist das mit diesem Material nicht oder in sehr geringem Maße der Fall.

Vergleich subtraktiver und additiver Herstellungsprozess

Wenn man den subtraktiven und den additiven Herstellungsprozess betrachtet, fällt auf, dass allein die Kosten für eine einzelne gefräste Schiene, je nachdem ob eine oder zwei Schienen aus einer

Ronde gefräst werden können, zwei- bis sechsmal höher sind als die gedruckten Schienen aus KeySplint Soft. Rechnet man jetzt noch die vielen Neuanfertigungen wegen Nichtpassung im Mund dazu und berücksichtigt auch noch Fräserkosten und die aufwendige Einzelfräse einer Schiene, dann ist das Druck-



Abb. 4 Das verwendete Druckmaterial mit den Schienen vor der Ablösung von der Druckplattform. **Abb. 5** Die fertig gedruckte und polierte Schiene im Biegetest (siehe Video).





verfahren eindeutig wirtschaftlicher. Einzig die Druckzeit ist noch etwas hoch, mit durchschnittlich drei Stunden und 20 Minuten. Dafür ist aber der Druck von bis zu 14 Schienen auf einer Plattform mit der Größe von 189 mm × 118 mm möglich.

Der Drucker selbst hat den großen Vorteil, dass die Kassette, in dem sich das Druckharz befindet, eigentlich nie getauscht werden muss. Selbst wenn dies einmal der Fall sein sollte, weil sie beschädigt oder durch hohe Produktion abgenutzt wurde, dann wird sie vom Hersteller ohne weitere Kosten ersetzt. Im Vergleich zu anderen auf dem Markt befindlichen Systemen ist das ein bedeutender Vorteil, weil hier nicht in regelmäßigen Abständen die Druckwanne erneuert werden muss. Das Fenster, durch das das Material belichtet wird, ist keine Folie, sondern ein fast glashartes Material, das bei sachgemäßer Behandlung ziemlich robust ist. Auch das Druckharz selbst

ist fast direkt verwendbar und muss vor Gebrauch lediglich nur kurz geschüttelt werden.

Schlussbetrachtung

Jede Entscheidung über eine Investition in eine neue Technologie ist immer mit einem gewissen Risiko verbunden und diese unternehmerische Entscheidung muss jeder für sich selbst treffen. Die Frage, die es zu beantworten gilt, ist immer die gleiche: Wo will ich mit dem Betrieb in Zukunft hin und wie unterscheide ich mich vom Mitbewerber und schaffe idealerweise einen Mehrwert und Nutzen für den Patienten, den Zahnarzt und das Labor? Der Autor hat diese Frage so beantwortet, dass die unternehmerische Entscheidung für den erwähnten Drucker getroffen wurde. Die Herstellung von Modellen hatte für ihn nie eine Priorität. Von Anfang an war klar,

dass Schienen und Prothesen gedruckt werden sollten, und dies mit der größtmöglichen Produktionssicherheit. Auch im Hinblick auf die kommende Medical Device Regulation (MDR). Jede Änderung der gewohnten Produktionsabläufe ist eine Herausforderung für den Betrieb, die sich in diesem Fall durch eine hohe Zuverlässigkeit auszahlt.



ZTM Ulrich Thielen
 Zahntechnik Düsseldorf
 Flinger Str. 11
 40213 Düsseldorf
 E-Mail: thielen@zahntechnik-duesseldorf.de



