

## Direkt 3D-gedruckte Aligner

← Seite 1

Abb. 1a: Planungssoftware OnyxCeph<sup>3TM</sup>, Fa. Image Instruments. Abb. 1b: DLP-Drucker Asiga MAX<sup>TM</sup>, Fa. SCHEU-DENTAL). Abb. 1c: 3D-gedrucktes Modell. Abb. 1d: Tiefziehgerät BIOSTAR, Fa. SCHEU-DENTAL. Abb. 2a und b: Alignerformen: gerader Schnitt mit Gingivaverankerung (a) und Girlandenform (b). Abb. 3 3D-gedruckter Aligner. Abb. 4 und 5: Verformter (4) bzw. im warmen Wasserbad aufgewärmter Aligner (5).

gezielt lichtgehärtet, sodass die 3D-Modelle mittels Photopolymerisation entstehen (Abb. 1c). Nach dem Modelldruck wird dann das konventionelle Tiefziehverfahren angewandt (Abb. 1d) und die z. B. aus neuesten 3-Schicht-Folien (z. B. CA Pro, Fa. SCHEU-DENTAL) tiefgezogenen Aligner entsprechend ausgeschnitten. Der direkte Druck von Alignern kann diesen Workflow sinnvoll ergänzen,

was diverse Vorteile für Behandler und Patienten sowie die Produktion im Eigenlabor mit sich bringt. So kann der direkte Alignerdruck eine – je nach Fallgröße und Ausstattung – schnellere Produktion bei kleineren Serien ermöglichen. Beispielsweise lassen sich bei einem notwendigen Zwischen-Step bei einem Patienten problemlos kleinere Planungen am Stuhl durchführen. Bereits kurze Zeit später erhält dieser dann am selben Tag die Aligner.

Ein weiterer Vorteil liegt in der Flexibilisierung der Produktion, d. h. beim Patientenbesuch kann nun eine flexible Anzahl an Steps mitgegeben werden, anstatt diese komplett vorzuproduzieren. Dabei kann vom Scan bis zur Planung der Alignerbehandlung alles im gewohnten Workflow erfolgen: Die Zahnbewegungen werden geplant, in einzelne Schritte gegliedert und in der Software als 3D-Planung gespeichert. Durch die – im Vergleich zu tiefgezogenen Alignerfolien – unterschiedliche Materialeigenschaften der gedruckten Aligner ergeben sich jedoch andere Herangehensweisen bei der Alignerplanung, die es künftig noch im Detail zu erörtern gilt. Aktuell wenden manche Benutzer die konventionellen Bewegungsparameter für einschichtige Folien auf die gedruckten Aligner an, um sich an die individuellen klinischen Protokolle heranzuarbeiten. Da die Empfehlung des Herstellers Tragezeiten von ein bis zwei Wochen erlaubt, können die Bewegungsprotokolle an die Tragezeit angepasst werden.

Im nächsten Schritt werden im Gegensatz zur konventionellen Produktion nicht die 3D-Modelle zum

Druck exportiert, sondern die von der Software erstellten Alignerobjekte. Dazu müssen die Aligner auf den digitalen Modellen als Objekte erstellt werden, die als Aligner dann selbst direkt gedruckt werden können. Dabei ist es notwendig, zu prüfen, ob diese Funktion in der genutzten Planungssoftware integriert ist. So sollte die Software die Behandlungsplanung erstellen und basierend auf dieser für jedes einzelne Modell auch die entsprechenden Aligner als druckbare Objekte konstruieren und exportieren können. Bei der Erstellung der Alignerobjekte stehen verschiedene beeinflussbare Einstellungsmöglichkeiten zur Verfügung. So sind z. B. die Dimensionen der Aligner digital gestaltbar:

- Dicke der Aligner (0,5 bis 1,0 mm)
- Länge/Form der Aligner
- Off-Set (Abstand der Aligner zur Zahnoberfläche).

Je nach klinischer Situation können diese Einstellungsoptionen neue Möglichkeiten in der Alignertherapie sowie einige Produktionsvorteile eröffnen. Zum Beispiel kann die Form der Aligner digital bestimmt werden (Girlandenform oder gerader Schnitt mit Gingivaver-

ANZEIGE

**DGKFO 2022**

Der **Online Rechnungsversand spart Zeit, Kosten** und **begeistert ganz nebenbei Ihre Patienten.**

Auf der Jahrestagung der DGKFO in Berlin zeigen wir Ihnen vom **22. bis 24.09.2022 gemeinsam mit Ivoris**, wie einfach das funktioniert.

**Buchen Sie bereits heute einen Beratungstermin!**

**ii e systems**







Heritage

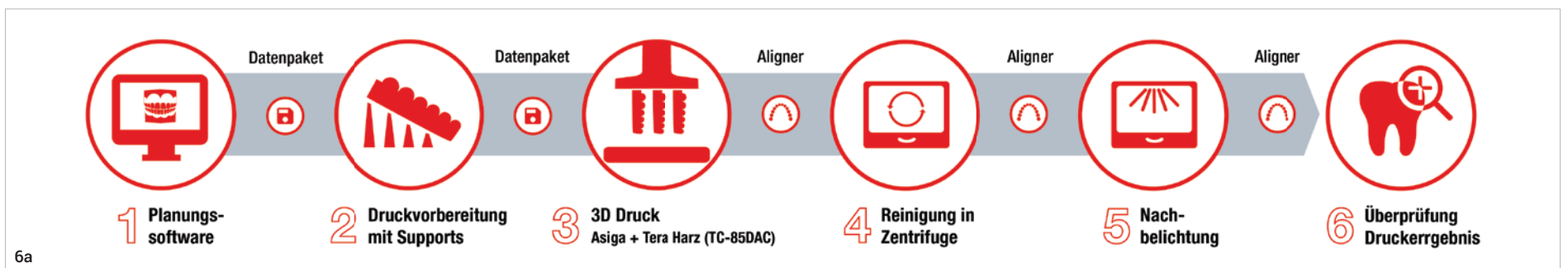
EINE GENERATION WEITER DENKEN.  
#HAT BEI UNS TRADITION.

*Als Familienunternehmen mit einer Tradition von hundertfünfzehn Jahren ist es für uns selbstverständlich, schon an die nächste Generation zu denken. Immer wieder einen frischen Blick zu riskieren, wie wir unsere Fertigungsexzellenz bewahren – und gleichzeitig richtungsweisend bleiben.*

[www.made-in-black-forest.com](http://www.made-in-black-forest.com)

**FORESTADENT**<sup>®</sup>  
GERMAN PRECISION IN ORTHODONTICS





**Abb. 6a:** Prozesskette. **Abb. 6b:** Die Produktionsstraße besteht aus 3D-Drucker Asiga UV MAX; Zentrifuge und Lichthärtegerät Teraharz Cure 2.

ankerung (Abb. 2a und b). Bei einer Girlandenform folgt der Abschluss des Aligners entlang der Zahnkronenform, während bei der gingivaverankerten Alignerform die Abstützung auf der Schleimhaut in Form eines umläufigen geraden Schnitts realisiert wird.

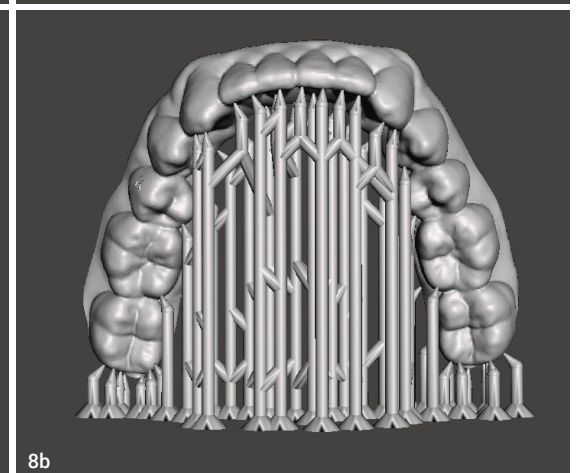
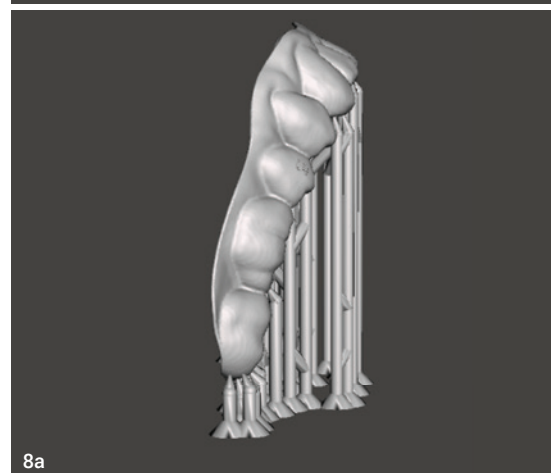
In der konventionellen händischen Eigenlaborproduktion ist der gerade Schnitt mit Gingivaverankerung einfacher umsetzbar als die Girlandenform, da bei dieser der tiefgezogene Aligner noch entsprechend der Zahnkronenform manuell ausgeschnitten werden muss. Bei der digitalen Gestaltung kann die Girlandenform hingegen direkt geplant und gedruckt werden, das aufwendige Ausschneiden entfällt. In der aktuellen Alignertherapie finden beide Formen mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen Anwendung. Welche zum Einsatz kommt, hängt von der Präferenz des Behandlers ab.

Auch die Möglichkeit, die Dicken für diverse Zahnbewegungen und anatomische Bereiche anzupassen, unterscheidet sich von der konventionellen Alignertherapie. So besteht künftig die Möglichkeit, die Alignerstärke in ein und demselben Aligner zu variieren und in unterschiedliche Areale mit unterschiedlichen Dicken darzustellen. Verankernde Bereiche können z. B. stärker gestaltet werden als bewegende Bereiche. Zudem kann innerhalb einer Alignerserie entschieden werden, welche Alignerstärken in welchen Phasen zur Anwendung kommen. In derselben Planung könnten also verschiedene Aligner mit unterschiedlichen Dicken eingesetzt werden – je nachdem, ob man z. B. zu Beginn mittels dünnerer Aligner (0,5 mm) die Bewegung erst initiieren will.

**Abb. 7a und b:** Untere und seitliche Ansicht eines Alignermodells im STL-Format. **Abb. 8a und b:** Ausgerichteter Aligner mit Supporten.

Im Off-Set kann durch den wählbaren Abstand des Aligners zur Zahnsituation ebenfalls auf klinische Parameter Einfluss genommen werden. So können z. B. Attachments enger umfasst oder für mehr Flexibilität größere Abstände gewählt werden.

Die Möglichkeiten des direkten Alignerdrucks werden mithilfe eines erstmalig als Medizinprodukt zertifizierten Harzes (Tera Harz Direct Aligner) der Firma Graphy realisiert (exklusiver Vertrieb in DACH über SCHEU-DENTAL; Abb. 3). Die Parameter dieses Harzes sind speziell an DLP-Drucker angepasst.



## Materialeigenschaften 3D Direct Aligner

### Memory-Effekt

Innovativer Vorteil des neuen Alignermaterials ist die kontinuierliche Kraftübertragung durch dessen Memory-Effekt. Durch diesen Effekt zieht sich der Aligner dauerhaft in seine ursprüngliche Form zurück, was sich positiv auf die Kraftübertragung und Steifigkeit des Aligners auswirkt.

Der Memory-Effekt wird optimal bei einer Temperatur um die 37 °C reaktiviert, sodass es im Laufe der Tragedauer zu keinerlei Kraftverlust kommt. Nach ca. einer Stunde Tragezeit hat sich der Aligner zu 96 Prozent in seine ursprüngliche Form zurückgezogen. Um die Rückstellkraft zu aktivieren, wird der Aligner in geheiztes Wasser gelegt. Dadurch gelangt dieser in seine ursprüngliche Form und wird darüber hinaus sehr weich, wodurch er sich nach einer kurzen Abkühlzeit direkt und sehr angenehm in den Mund einsetzen lässt (Abb. 4 und 5).

### Kontinuierliche Kraftübertragung

Eine konstante, aber schwache Krafteinwirkung von bis zu 1N (Lee et al. 2022) sorgt für eine sanfte, aber bestimmte Bewegung der Zähne in die gewünschte Position. Durch das Reaktivieren kann die ursprüngliche Kraft wiedergewonnen werden, wodurch leichte Kräfte kontinuierlich

über einen längeren Zeitraum wirken können. Lässt die Spannung nach, kann der Patient die Aligner in heißes Wasser legen und die Aligner eigenständig wieder aktivieren. Gleichzeitig verbessert sich dadurch der Tragekomfort, sodass die gesamte Behandlung für den Patienten angenehmer durchführbar ist. Für einen optimalen Tragekomfort sollte der Aligner vor dem Einsetzen für maximal 20 Sekunden bei etwa 60 °C erwärmt werden.

### Anpassung an die Zahnsituation

Der 3D-Druck ermöglicht eine sehr präzise Anpassung an die Zahnsituation. Die Flexibilität des Materials sorgt dabei für eine exakte Ausgestaltung der Interdentalbereiche und Unterschnitte. Zahnbewegungen können dadurch gezielter umgesetzt und auch Attachments an den Zähnen passgenau durch die Aligner umfasst werden.

### Aligner in one day

Die schnelle Inhouse-Produktion erlaubt eine gute Behandlungskontrolle. Wenn in einer regulären Behandlung Zwischenschritte eingeplant werden, können die Aligner binnen 2 bis 2,5 Stunden gefertigt werden. Der direkte Druck gewährleistet zudem die kurzfristige Umsetzung kleinerer Änderungen, wobei die neuen Aligner dem Patienten direkt mitgegeben werden können.

# Der dent.apart Zahnkredit

VERTRAGSBINDUNG?

*Nein danke!*

AUSZAHLUNG  
AUF DAS

*Praxiskonto!*

RÜCKBELASTUNG?

*Komplett ohne!*

GELD VOR  
BEHANDLUNGSBEGINN?

*yes!*

*scan mich!*



Jetzt kostenfrei Starterpaket bestellen!



Tel.: 0231 – 586 886 – 0



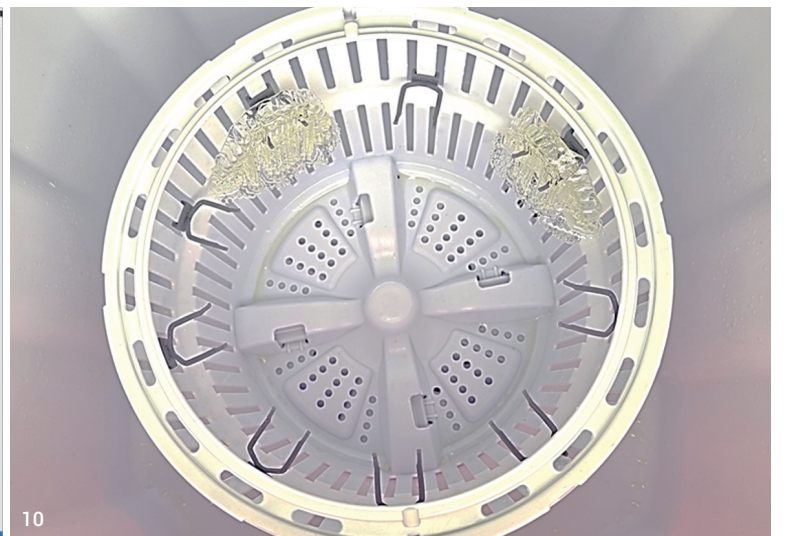
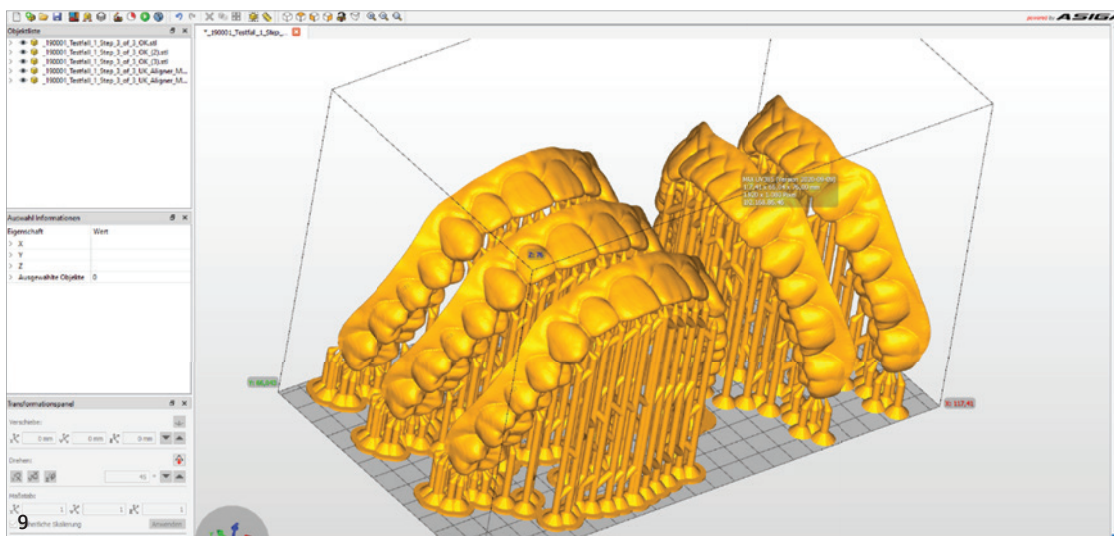
[www.dentapart.de](http://www.dentapart.de)



Einfach bessere Zähne.

**dent.apart**<sup>®</sup>





**Abb. 9:** Bauraum in der Asiga Composer Software. **Abb. 10:** Schleudern der Aligner in der Zentrifuge zur Entfernung von Restharzen. **Abb. 11:** Die Stützstrukturen werden händisch oder mittels eines Seitenschneiders entfernt.

**Abb. 12a und b:** Das Teraharz Cure 2 Lichthärtegerät verfügt über einen eingebauten Stickstoffgenerator, der an Druckluft angeschlossen sein muss und somit den notwendigen Stickstoff direkt aus der Luft gewinnen kann. Das Lichthärteverfahren dauert ca. 14 Minuten. **Abb. 13:** Im Mund eingesetzter, direkt gedruckter Aligner. (Fotos: © Dr. Jo / SCHEU-DENTAL)

## Workflow

Im Folgenden ist die zur Anwendung kommende Prozesskette (Abb. 6a und b) kurz zusammengefasst:

- Import 3D-Scans in Planungssoftware
- 3D-Behandlungsplanung (z. B. OnyxCeph<sup>3</sup>™ AlignerModul\*)
- Export der Aligner-STL-Files
- Druckvorbereitung = Supports setzen (z. B. mit Chitubox Set-up oder Scheu Support Software\*\*)
- Import in 3D-Druck Asiga Composer (Asiga MAX™ Drucker)
- 3D-Druck (Drucker: Asiga MAX™, Material: Tera Harz Direct Aligner/TC-85DAC)
- Umsichtiges Ablösen des Druckobjekts von Bauplattform
- Schleudern in Zentrifuge
- Ablösen der Supportstrukturen
- Lichtofen (Tera Harz Cure 2)
- Überprüfung des Herstellungsprozesses und Qualitätskontrolle.

## Details zu den Produktionsschritten für 3D-gedruckte Aligner

### Digitale Planung

Die digitale Planung erfolgt wie eingangs beschrieben in einer Alignerplanungssoftware. Nach der gewohnten Behandlungsplanung können die dreidimensionalen Aligner-STL-Daten exportiert werden (Abb. 7a und b). Hierbei bestehen die erläuterten Möglichkeiten der Alignermodifikation (Dicke, Off-Set, Länge und Form). Folgende Empfehlungen können wir aus eigenen ersten Erfahrungen geben:

1. Realisierung einfacher bis moderater Fälle mit ca. zehn Steps
2. Bewegungsparameter berücksichtigen (bis max 5° Rotation und bis zu 0,5mm pro Step Bewegung)
3. Alignerstärke 0,5 bis 0,75 mm, Abstand zum Zahnkranzmodell 0,03 bis 0,0 mm

4. Das Setzen der Supportstrukturen ist essenziell für den 3D-Druck im DLP-Drucker. Diese können manuell für jeden Aligner erstellt werden (z. B. mit Software Chitubox). Der Nachteil ist, dass die Supports für jeden Aligner einzeln gesetzt werden müssen, was in einer Serie von Alignern aufwendig ist. Mit der von Scheu programmierten Support Software können die Supports zukünftig in Serie für alle Aligner auf einmal gesetzt werden (Abb. 8a und b).
5. Ein zusätzliches Ausblocken ist bei der Planung nur in seltenen Fällen notwendig.
6. Eine individuelle Planung der Wandstärken in der Software ist möglich, sodass partielle Bereiche dicker gestaltet werden können, um die Krafteinwirkung zu optimieren oder ggf. auf Attachments zu verzichten.

### 3D-Druck des Aligners

Der Aligner mit Supportstruktur wird als STL-File in die Composer Software des Asiga Druckers UV MAX™ eingefügt. Die entsprechenden Software-Einstellungen sollten hierbei folgende sein:

7. 50 bis 100µm Schichtstärke (präziseres Ergebnis bei 50µm, Erhöhung der Genauigkeit)
8. Druck des Aligners in diagonalen Anordnung
9. Verbesserte Passgenauigkeit bei der Off-Set-Einstellung 0,1 mm.

Der Bauraum (Abb. 9) wird in der Composer Software erstellt, die Daten an den Drucker exportiert. Vier bis fünf Aligner können auf einmal gedruckt werden – je nachdem, wie breit die Aligner sind.

### Nachbearbeitung

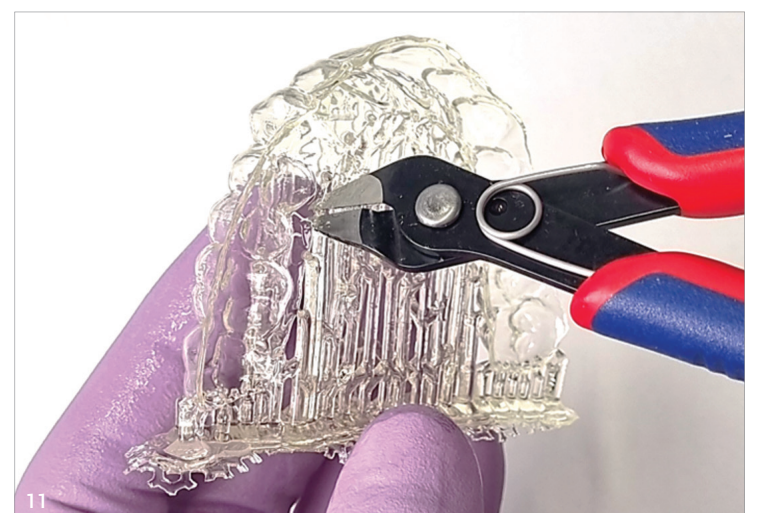
Um Restmonomere zu entfernen, werden die Druckobjekte vorsichtig von der Bauplattform abgelöst und in die Zentrifuge zum Schleudern eingesetzt (Abb. 10). Dabei sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Innenseite des Aligners zur Wand der Zentrifuge ausrichten.
- Zentrifuge sechs Minuten schleudern lassen (400 bis 500 Umdrehungen pro Minute):
  - a. Eine höhere Drehzahl pro Minute führt ggf. zur ungewollten Verformung des Aligners.
  - b. Durch die Zähigkeit des Materials löst sich bei höherer Drehzahl nicht proportional mehr Restresin.
- Anschließend werden die Supportstrukturen von Hand oder mithilfe einer Zange entfernt (Abb. 11).

Es empfiehlt sich, bei der manuellen Bearbeitung der Aligner unbedingt Handschuhe zu tragen, bis das Druckobjekt nachgehärtet ist. Sollten Harzrückstände im Aligner verbleiben, kann man diese vorsichtig mit einem Spatel abtragen. Es sollte kein Alkohol oder eine andere Reinigungsflüssigkeit an dieser Stelle angewendet werden, da dies ggf. Auswirkungen auf die Materialeigenschaften haben kann. Zu berücksichtigen ist zudem, dass der gedruckte Aligner nach Fertigstellung ca. zwölf Prozent dicker ist als ursprünglich geplant, da das Restmonomer am Druckobjekt nicht absolut vollständig abgeschleudert werden kann.

### Lichthärten des Aligners

Die Aligner werden mit der okklusalen Fläche nach oben in das Licht-



 medondowebinar

# Schluss mit Whatsapp, E-Mail und CD!

Wie Du Patientendaten einfach & sicher mit deinen **Co-Behandlern** austauschst!

 medondo coordinator

## Das will ich sehen:

Produktinfo unter: [medondo.com/coordinator](https://medondo.com/coordinator)



<https://bit.ly/3R39qJt>





härtegerät eingelegt (Tera Harz Cure 2; Abb. 12). Das Gerät hat einen integrierten Stickstoffgenerator, der aus der Umgebungsluft den Stickstoff extrahiert und zur Nachbelichtung verwendet, damit sich keine Inhibitionsschicht bildet. Die Stickstofffunktion (drei Minuten pre-nitrogen injection time) wird aktiviert und die Aligner werden auf Level 2 für 14 Minuten lichtgehärtet. Es ist ratsam, die Lichtkammer zwischen den einzelnen Nachbelichtungsvorgängen für ca. zehn Minuten auskühlen zu lassen.

#### Optionale Nachbearbeitung

Die folgenden optionalen Behandlungsschritte dienen lediglich der perfekten Sauberkeit des Aligners. Sie haben keinerlei Auswirkungen auf die Materialeigenschaften:

1. Polieren des Aligners
2. Anschließende Reinigung für 30 Sekunden unter fließendem Wasser
3. Aligner für zwei Minuten in ein Ultraschallbad mit 80° warmem Wasser legen
4. Erneutes Reinigen der Aligner für 30 Sekunden unter fließendem Wasser
5. Trocknen der Aligner für zehn Minuten, z. B. in einem Dörrautomaten.

#### Überprüfung des Aligners

Mit dieser einfachen Methode lässt sich schnell und präzise erkennen, ob der Aligner ausreichend lichtgehärtet ist und keine Restmonomere aufweist.

Der Aligner wird für ein bis zwei Minuten in 100° heißem Wasser gekocht. Sollte sich der Aligner milchig verfärben, ist die Nachbelichtung nicht ausreichend gewesen und der Aligner muss entsorgt werden. Es wird empfohlen, nur transparente Schienen zur Behandlung der Patienten einzusetzen.

Sollte ein Dörrautomat oder Trocknungsschrank zur Verfügung stehen, kann der Aligner nach der Überprüfung für weitere zehn Minuten getrocknet und dann dem Patienten ausgehändigt werden.

Vor dem Einsetzen in den Patientenmund ist es notwendig, den Aligner für ca. 15 Sekunden in 80°C warmem Wasser anzuwärmen, dadurch wird das Einsetzen angenehmer und die initiale Passung durch die höhere Flexibilität opti-

miert wird (Abb. 13). Die tägliche Reinigung mit der Zahnbürste ist empfohlen und kann problemlos durchgeführt werden.

#### Zusammenfassung

Direkt 3D-gedruckte Aligner stellen den nächsten Schritt in der Aligner-anwendung dar. Sie bieten viele Vorteile – sowohl in der Produktion als auch in Bezug auf die Materialeigenschaften – und stellen



eine hervorragende Ergänzung für In-office-Anwender dar, die auch jetzt schon auf konventionellem Wege Alignerbehandlungen selbst planen und im Tiefziehverfahren produzieren.

Mit den Vorteilen beider Produktionsworkflows kann der Kieferorthopäde sein Alignerangebot und die Möglichkeiten für den Patienten komplett darstellen und auf die Vorteile des jeweiligen Systems zurückgreifen.

Die Vorteile beim direkt gedruckten Aligner liegen in dessen rascher Fertigung, die schnell am Computer umgesetzt und direkt in die Alignerproduktion überführt werden kann. Auch sehen wir die zukünftigen Möglichkeiten des Alignerdesigns als vorteilhaft an, z. B. die Anpassung der Dicke an die klinische Situation. Bei komplexeren und länger andauernden Fällen verbleiben wir beim konventionellen Verfahren mit multisichtigen Folien, wogegen wir die Vorteile des direkt gedruckten Aligners vorerst für kleinere Serien von Alignern einsetzen und für schnell benötigte Zwischensteps während der Behandlung.

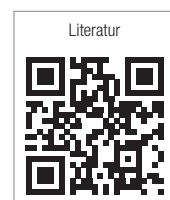
Das Material stellt eine absolute Neuheit dar, über dessen Eigenschaften in Zukunft sicherlich viele Studien veröffentlicht werden. Durch die Neuheit und die innovativen

mechanischen Eigenschaften sind die Anwendung und die Charakteristik des Materials sensibel gegenüber Anwendungsfehlern in der Produktion. Eine Zertifizierung erachten wir als unbedingt notwendig, da der neue Workflow und die neuen Geräte viel Spielraum für Fehler und Fehlproduktionen lassen. Das aktuelle Wissen und Know-how rund um die praktische Anwendung dieses Materials wird im Rahmen von Zertifizierungskursen

des exklusiven Partners für DACH, Scheu Dental, über die Scheu-Akademie gern an interessierte Kieferorthopäden weitergegeben (<https://scheu-academy.com/aligner/direct-aligner-zertifizierung/>).

\*Spezielles Modul notwendig, Support OnyxCeph<sup>3</sup>™

\*\* Scheu Support Software, SCHEU-DENTAL



#### kontakt



**Yong-min Jo Ph.D.**  
Walder Straße 53, 40724 Hilden  
Tel.: +49 2103 8806200  
[www.kieferorthopaede-hilden.de/](http://www.kieferorthopaede-hilden.de/)

## Den Unterschied zu sehen macht den Unterschied.



### CS 8200 3D NEO EDITION

Leistungsstärker als je zuvor und dennoch kompakt:

- Außergewöhnliche Ergebnisse
- Beispiellose Benutzerfreundlichkeit
- 3 neue Volumengrößen – Flexibilität mit bis zu 9 Volumengrößen

Ideales DVT-System für Ärzte, die ihre Behandlungsmöglichkeiten erweitern möchten.



5 cm x 8 cm

10 cm x 10 cm

12 cm x 5 cm



50%  
geringere  
Dosis

Bis zu 50% geringere Strahlendosis im Panorama-Modus

Präzision - für jede Entscheidung



[carestreamdental.de/8200](http://carestreamdental.de/8200)

© 2022 Carestream Dental LLC.