

3-D-Druck in der KFO-Praxis

Ein Beitrag von Dr. Todd Ehrler, Kieferorthopäde aus Rialto/Kalifornien (USA).

Das dreidimensionale Drucken hat den Herstellungsprozess in vielen Industriezweigen revolutioniert. Einer der Hauptvorteile des 3-D-Drucks ist, dass er zahlreichen Firmen ermöglicht hat, Produkte und Services, die zuvor ausgelagert wurden, nun zu integrieren. In der Kieferorthopädie stellen das intraorale Scannen, der Einsatz von Software zur digitalen Behandlungsplanung sowie der 3-D-Druck eine Möglichkeit für den Behandler dar, eine Vielzahl von Geräten in den Praxisworkflow zu integrieren.

Ein sehr ähnlicher Trend ist in der amerikanischen Geschichte unseres Berufsstandes erkennbar. So haben viele Kieferorthopäden in den USA in der Vergangenheit die Erstellung von Patientendatensätzen wie Arbeitsmodelle, Röntgenaufnahmen oder Fotografien ausgelagert. Mittlerweile wird dieser Prozess jedoch von vielen Kieferorthopäden wieder in der eigenen Praxis realisiert.

Zwischen dem intraoralen Scannen und dem 3-D-Druck gibt es eine enge Verbindung. Tatsächlich ist es so, dass die Rentabilität für den Kieferorthopäden, das Intraoralscannen sowie das dreidimensionale Drucken in die eigene Praxis zu integrieren, weitaus größer ist als die Integration der Erstellung kieferorthopädischer Aufnahmen. Allerdings ist die Lernkurve, welche mit der aktuellen 3-D-Druck-Technologie verbunden ist, weitaus größer als bei der Integration kieferorthopädischer Aufnahmen.

Im Folgenden sind die Komponenten dargestellt (Abb. 1), die ein Kieferorthopäde benötigt, um die Herstellung digitaler Apparaturen komplett in den Praxisablauf zu integrieren (digitale Praxis).

Aktuell würde ich schätzen, dass weniger als ein Prozent aller Kieferorthopäden einen 3-D-Drucker besitzt und die Herstellung digitaler Apparaturen vollständig in ihren Praxisablauf integriert hat. Insofern lagert die überwiegende Mehrheit der Kieferorthopäden momentan ihren 3-D-Druck-Bedarf an einen Dritten aus. Dennoch hat ein rapide ansteigender Prozentsatz an Kieferorthopäden in jüngerer Vergangenheit einen Intraoralscanner sowie eine kieferorthopädische Behandlungsplanungssoftware erworben. So ist dort bereits eine gewisse Bandbreite an Pros und Contras (Auslagern vs. Integrieren) erkennbar (Abb. 2 und 3).

Ich habe im Jahre 2007 damit angefangen, 3-D-Drucker in meiner Praxis einzusetzen (Abb. 4). Seitdem habe ich insgesamt elf 3-D-Drucker erworben und betrieben. Während dieser Zeit haben ein engagiertes Kieferorthopäden-Team und ich die Orchestrate 3D-Software-Plattform entwickelt, die mit dreidimensionalem

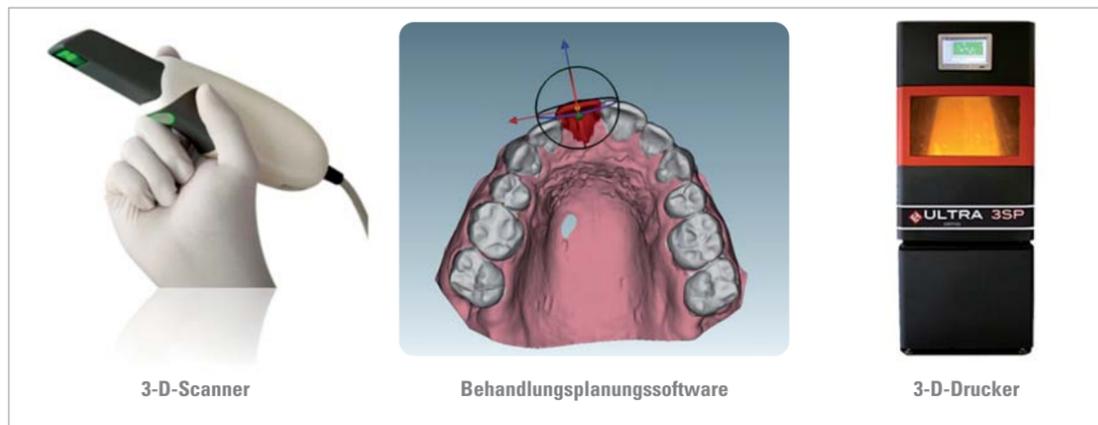


Abb. 1: Für die digitale Apparaturherstellung benötigte Komponenten.

Druck von Zahnkränzen und Herstellung von Behandlungsapparaturen gekoppelt werden kann.

Damals, im Jahre 2007, waren Scanner und 3-D-Drucker sehr fortschrittlich. Im Vergleich zu

heutigen Standards waren sie jedoch sehr langsam und ungenau. Trotzdem war ich mithilfe dieser frühen Technologie in der Lage, Patientenmodelle von Zähnen zu scannen, diese digital auszuschneiden und zu bewegen, um

anschließend die entsprechenden Modelle dreidimensional zu drucken. Meine Assistenz fertigte dann die Aligner für die Patienten. Selbst mit dieser frühen Technologie konnte ich also gute Ergebnisse erzielen (Abb. 5).

Als mit den Jahren die Kosten für diese Technologie niedriger und die Genauigkeit und Geschwindigkeit verbessert wurden, stand für mich fest, dass Kieferorthopäden diese Technologie breit in ihre Praxen aufnehmen würden. Seitdem ich den 3-D-Druck in meine Praxis integriert habe, konnte ich meinen Aufwand erheblich senken. Ich habe neue Techniken entdeckt, die meine Praxis effizienter und profitabler gemacht haben. Im Folgenden sind vier Bereiche aufgeführt, in denen das dreidimensionale Drucken seitdem vor allem in meiner Praxis eingesetzt wird.

Alignertherapie

Ich kann meinen Patienten heute Aligner übergeben, die mit mehr Kontrolle hinsichtlich der bei der Zahnbewegung eingesetzten Mechaniken erstellt wurden. Gleichzeitig konnten dabei die Kosten für die Apparaturen extrem reduziert werden. Auch habe ich die Möglichkeit, einen Patienten am Morgen eines Tages zu scannen und ihm dann bereits am Nachmittag des gleichen Tages die entsprechenden Aligner zu überreichen, was ein großartiges Marketingtool darstellt und meine Praxis von anderen unterscheidet.

Kombinationsbehandlung

Heutzutage nutze ich Aligner oder „aktive“ Retainer, um all meine Fälle mit festsitzenden Apparaturen virtuell zu beenden. Dies ermöglicht es mir, die Zeit, in der meine Patienten Brackets tragen, zu reduzieren. Zudem ist es mir möglich, die Behandlungsergebnisse mithilfe der Apparaturen zur finalen Zahnpositionierung zu verbessern.

Die Anwendung dieser Technik ermöglicht uns zukünftig eine Reduzierung der Patiententermine. Der Bogen wird entfernt und der Patient wird mitsamt seinen Brackets gescannt. Die Brackets werden dann künftig digital entfernt (Abb. 7). Wenn der Patient zum Debonding-Termin wiederkommt, ist der finale aktive Retainer bereits fertig, um direkt nach der Entbänderung eingesetzt zu werden.

Hybridbehandlung

In den Abbildungen 10 bis 13 ist eine Hybridbehandlung dargestellt, bei der der Einsatz von 2D® Lingual Brackets (Fa. FORESTADENT) in der Anfangsphase der Behandlung erfolgte, um große Rotationen und extrusive Zahnbewegungen zu korrigieren. Anschließend wurde in



Abb. 2: Auslagern versus Integrieren.



Abb. 3: Auslagern versus Integrieren.



Unser Meisterstück der Keramikbrackets

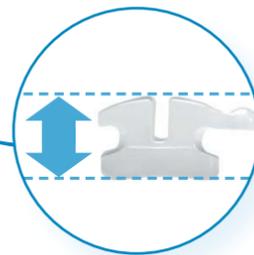
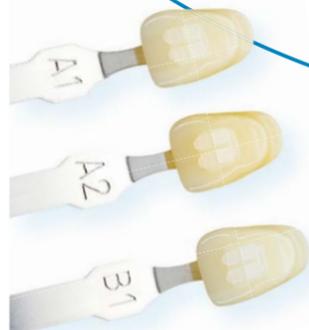
Clarity™ ADVANCED auch
mit APC™ Flash-Free
Vorbeschichtung verfügbar!



Hohe Stabilität
aufgrund feinkörniger
Keramik

**Sicheres
Debonding**
dank einzigartiger
Sollbruchstelle

Brillante Ästhetik
dank transluzenter Keramik



Perfekter Tragekomfort
dank flachem Profil und
abgerundetem Design



Abb. 4: Erste Komponenten, mit denen der Autor dieses Artikels im Jahre 2007 begonnen hat, in seiner Praxis zu arbeiten.

Abb. 5a, b: Klinisches Beispiel eines Falles aus dem Jahre 2007.



Abb. 6a–c: Klinisches Fallbeispiel: Elf 3-D-Druckmodelle waren erforderlich. Die Praxiskosten betrugen 165 Dollar und die Behandlungszeit sechs Monate.

KN Fortsetzung von Seite 12

der Finishingphase zur Alignertherapie übergegangen. Vorteilhaft an diesem Behandlungsansatz ist, dass die Lingualapparatur z.B. auf die anterioren Zähne limitiert werden kann.

Retention

Die finalen Zahnpositionen des Patienten werden digital gespeichert, wobei die dreidimensional gedruckten Modelle sehr selten bei der Apparaturherstellung brechen. Jedoch, wann immer ein

Patient seinen Retainer verliert oder dieser bricht, kann sofort ein Ersatzretainer ohne die Notwendigkeit eines neuen Abdrucks bzw. eines weiteren Praxistermins erstellt werden.

Im Folgenden ist ein Patientenbeispiel dargestellt (Abb. 14 bis 16), bei dem das Debonding erfolgte und ein aktiver Retainer zum Erreichen der finalen Zahnpositionen hergestellt wurde.

Wie sollte der Kieferorthopäde diese Technologie nun in seine Praxis integrieren? Der Ansatz, den ich empfehlen würde, ist ein stufenweiser Ansatz, der dabei

einige sehr spezifische Ziele mit Zeitfenstern versieht. Ich würde empfehlen, zunächst mit der Anschaffung eines Intraoralscanners (aus meiner Sicht empfehlenswert sind z.B. der Scanner CS 3500 von Carestream oder der iTero® Scanner) und einer Behandlungsplanungssoftware zu beginnen und dann zu versuchen, jemanden zu finden, der die Modelle dreidimensional druckt (z.B. die Orchestrate Software bzw. der über FORESTADENT angebotene Service Accusmile). Wenn es dann irgendwann so weit ist, dass Sie mit dem Gedanken spielen, einen geeigneten 3-D-Drucker auszuwählen und anzuschaffen, um diesen in die eigene Praxis zu integrieren (ich habe z.B. gute Erfahrungen mit dem 3-D-Drucker von EnvisionTEC gemacht), würde ich folgende fünf Aspekte in Betracht ziehen:

Einschätzen des eigenen Druckvolumens

Wie viele dreidimensional gedruckte Modelle benötigen Sie pro Tag? Wie viele Druckzyklen kann das Gerät innerhalb von 24 Stunden fertigstellen? Sofern Ihr Druckvolumen zeitweise größer ist, erweist sich der Erwerb von zwei kleinen Druckern im Gegensatz zu einem großen Gerät als vorteilhaft. Zur Not versuchen Sie jemanden zu finden, der Ihnen die benötigten Modelle druckt. Vergessen Sie jedoch bei Ihrer Entscheidung nicht, auch die Stillstandszeiten des Druckers und die Nachbereitung der Modelle zu berücksichtigen. Und schließlich sollte Ihr Druckvolumen in jedem Fall groß sein, um letztlich eine angemessene Refinanzierung zu erreichen.

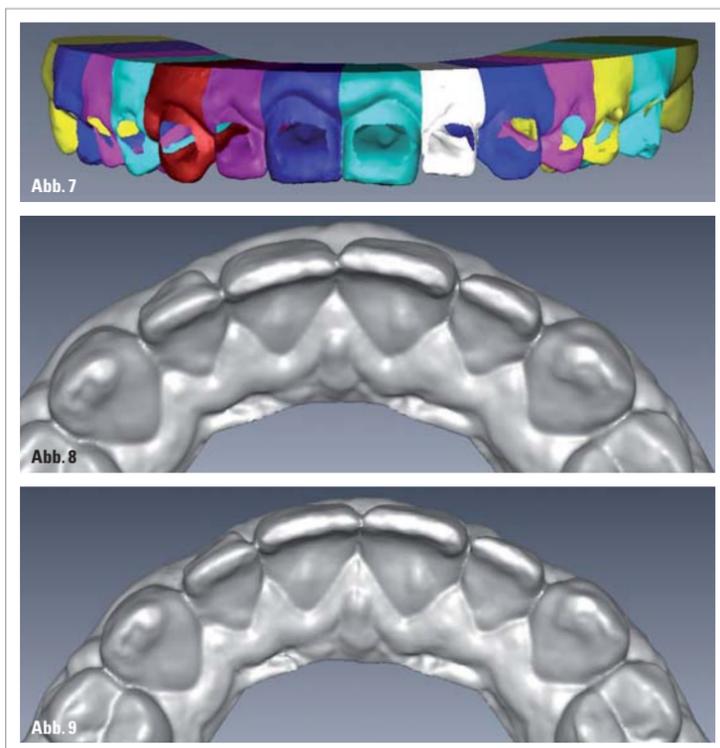


Abb. 7: Virtuelles Entfernen der Brackets. – **Abb. 8:** Füllen der durch das Entfernen der Brackets entstandenen Löcher mithilfe der Orchestrate Software. – **Abb. 9:** Die Software wird anschließend genutzt, um das finale ideale Alignment der Zähne für die Retainer zu vervollständigen sowie das finale Alignment der zentralen Schneidezähne.

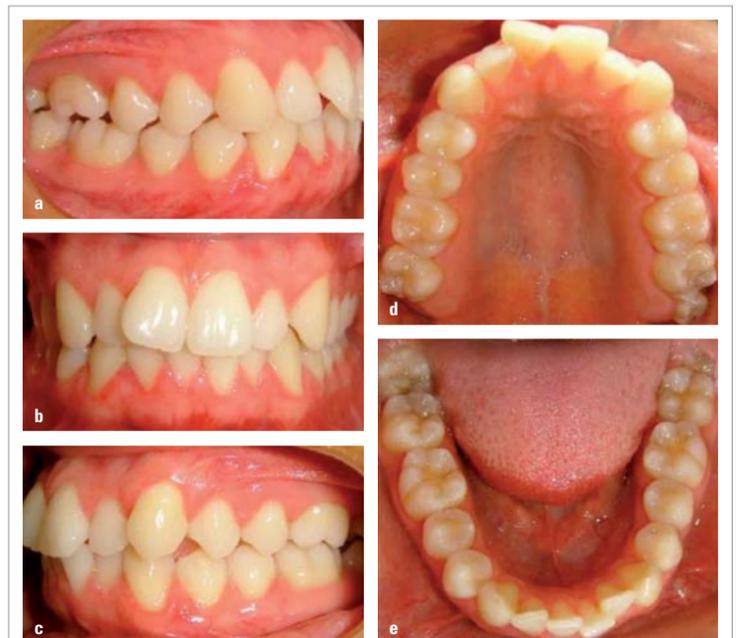


Abb. 10a–e: Behandlungsbeispiel für eine Hybridbehandlung. Intraorale Ausgangssituation.

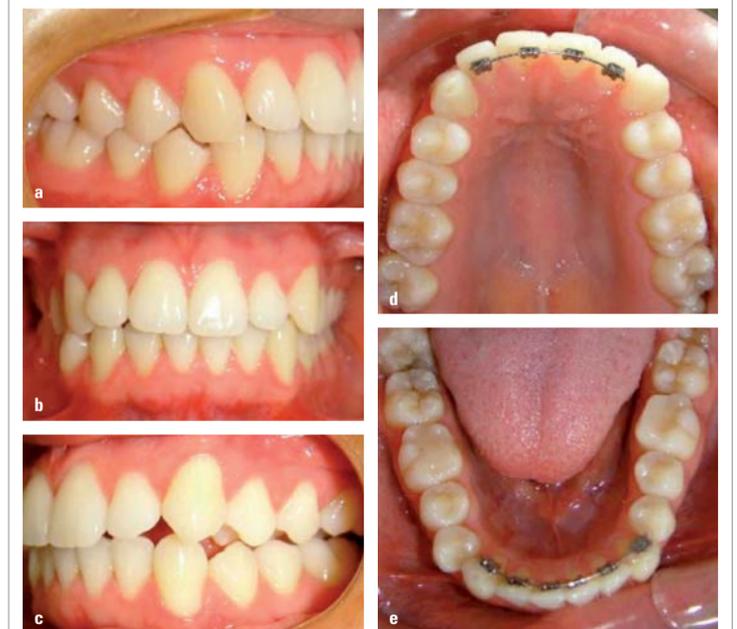


Abb. 11a–e: Behandlungsfortschritt nach Einsatz der Lingualbrackets.

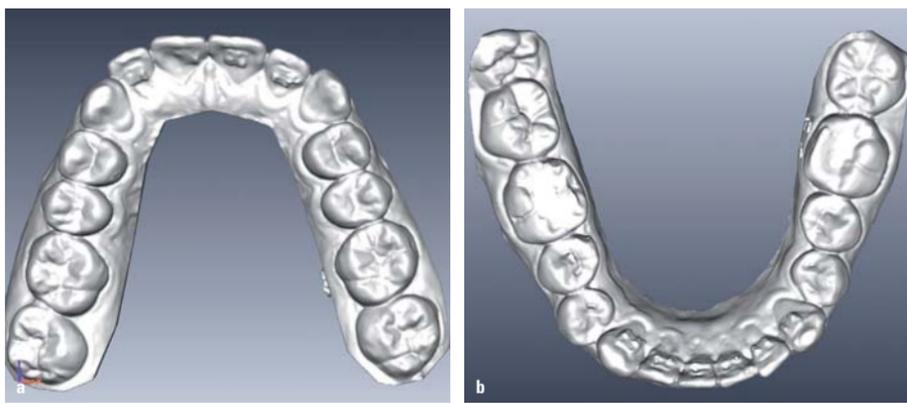


Abb. 12a, b: Intraoralscan mit platzierten Lingualbrackets kurz vor der Entbänderung.

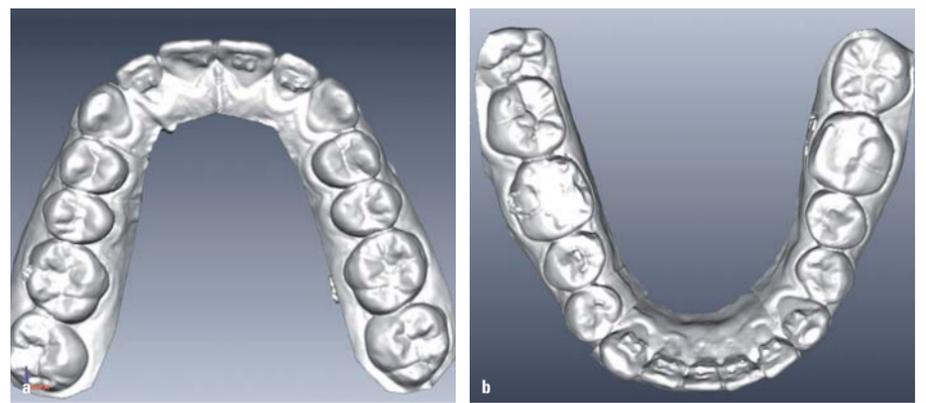


Abb. 13a, b: Die finalen Set-ups sind bereit für den 3-D-Druck und die Herstellung der Aligner für die Finishingphase.

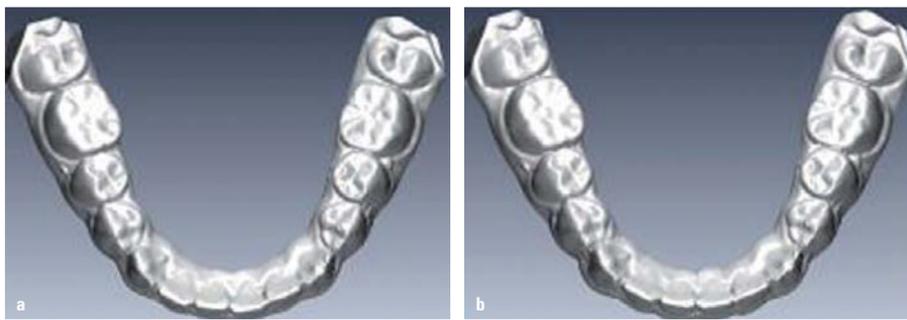


Abb. 14a, b: Finales Alignment, welches mittels Orchestrate 3D-Stereolithografie-Modell und Aligner fertiggestellt wurde. Digitales Modell beim Debonding (a) und Orchestrate 3D-Set-up (b).



Abb. 15



Abb. 16

Abb. 15: Der Patient verlor später seinen Retainer und die Zähne verschoben sich daraufhin in diese Position. – Abb. 16: Wir waren in der Lage, einen neuen Retainer auf Grundlage des Orchestrate 3D-Set-ups zu erstellen und dem Patienten direkt zur Verfügung zu stellen. Nach vier Wochen Tragezeit konnte die ursprünglich angestrebten Zahnpositionen wieder erreicht werden.

Auswahl eines kleinen, versendbaren 3-D-Druckers

Es ist keine Frage, ob oder wann der Drucker zusammenbricht oder einen entsprechenden Service benötigt. Es ist daher viel einfacher und weniger kostenintensiv, den defekten Drucker gleich zurück zum Hersteller zu schicken, als im Gegensatz dazu einen Techniker vor Ort zu bemühen. Finden Sie zudem jemanden, der Ihnen in der Zwischenzeit die benötigten Modelle druckt.

Allgemeine Anforderungen

Prüfen Sie, ob Gerüche entstehen, sobald der 3-D-Drucker läuft – eine gute Belüftung ist hierbei sehr wichtig. Zudem ist ein geeigneter Fußboden ein Aspekt, der beachtet werden sollte, denn manche der Materialien, mit denen die Drucker arbeiten, können den vorhandenen Boden beschädigen oder gar zerstören. Stellen Sie sicher, dass genügend Platz für den Drucker und das entsprechende Equipment zur Verfügung steht. Manche 3-D-Drucker erfordern ziemlich viel Nachbereitung der Modelle, was wiederum zusätzliches Equipment sowie den entsprechenden Platz benötigt. Zudem sollte ein 3-D-Drucker nicht an einem stark frequentierten Platz der Praxis stehen, so dass Zusammenstöße mit dem Gerät von vornherein vermieden werden. Und, was auch noch wichtig ist, das Gerät sollte nicht in der Nähe zu anderen Praxisgeräten stehen, damit keine Störungen wie z.B. durch vibrierende Geräte, welche zum Gießen von Gipsmodellen eingesetzt werden, entstehen.

Jährliche Wartungskosten

Ermitteln Sie die kompletten Kosten für den Erwerb und die Unterhaltung des Druckers. Gibt

es eine Garantie? Wie hoch sind die Kosten für diese Garantie und was enthält diese? Teile und Labor? Wie hoch sind die Materialkosten sowie die Kosten für die routinemäßige Unterhaltung des Geräts? Wie sieht es mit der durchschnittlichen Lebenserwartung eines solchen 3-D-Druckers aus? Wie hoch sind die Laborkosten für den Betrieb des Druckers? Beachten Sie, dass manche Geräte einen beträchtlichen Bedienungsaufwand aufweisen.

Kosten und Materialauswahl

Finden Sie heraus, mit welchen Materialien der 3-D-Drucker arbeiten kann (sehr gut sind in meinen Augen die Materialien von EnvisionTEC). Sind diese Materialien biokompatibel? Wenn Sie planen, den 3-D-Drucker dafür zu verwenden, dass er Ihnen Apparaturen fertigt, die direkt in den Mund des Patienten gelangen, wie z.B. Nachtschienen, Implantate/TAD-Bohrschablonen, dann muss ein biokompatibles Material verwendet werden. Wenn die beabsichtigte Verwendung des Geräts die Erstellung von Modellen für die Herstellung von Alignern, Retainern, Expandern oder anderen kieferorthopädischen Apparaturen ist, wo die gedruckten Objekte nicht direkt in den Mund des Patienten gelangen, sind nichtbiokompatible Materialien ausreichend. Normalerweise sind die nichtbiokompatiblen Materialien preiswerter als die biokompatiblen.

Fazit

Es steht außer Frage, dass das intraorale Scannen und der 3-D-Druck die Art und Weise, wie wir Kieferorthopädie heutzutage ausüben, bereits verändert hat

und dies in Zukunft auch weiter tun wird. Der Intraoralscan wird mittlerweile zu einem großen Teil von Kieferorthopäden in deren Praxen angenommen, und der dreidimensionale Druck scheint dieser Entwicklung zu folgen. Dennoch sollte die Entscheidung, einen 3-D-Drucker zu erwerben, sehr umsichtig getroffen werden, da sich die Integration dieser Technologie als sehr anspruchsvoll erweist. Wie sich durch die Integration kieferorthopädischer Aufnahmen der bis dahin lang anhaltende Trend des Auslagerns dieser geändert hat, wird auch der 3-D-Druck in kieferorthopädischen Praxen eine ähnliche Entwicklung erfahren. KN

KN Kurzvita



Todd Ehrler
DDS, MS
[Autoreninfo]



KN Adresse

Todd Ehrler, DDS, MS
Gray and Ehrler
Orthodontic Specialists
436 N. Mountain Avenue
Upland, CA 91786
USA
www.grayandehrlersortho.com

ANZEIGE

JUBILÄUMS-AKTION



Feiern Sie mit uns!
Gewinnspiel und Aktionen:
10 Software-Gutscheine á 1.000 €
25 % auf viele ivoris-Produkte

ivoris® ortho

die beste KFO-Software
kraftvoll und zuverlässig

10. Oktober
München A 08

23.-24. Oktober
Stuttgart F 55

19.-21. November
Mannheim O 03



Besuchen Sie uns!

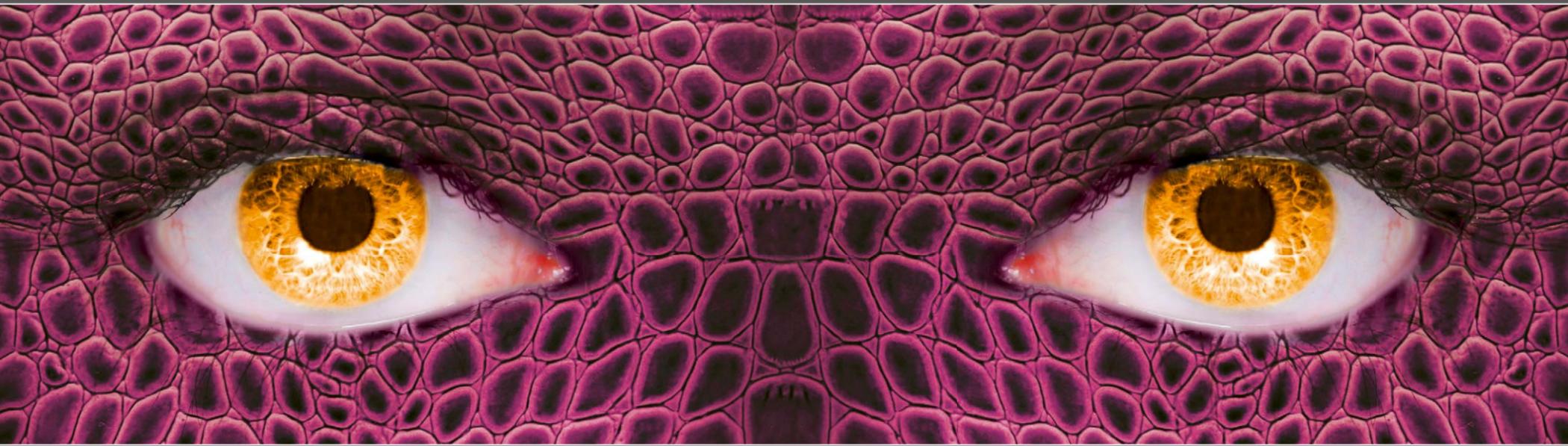


DentalSoftwarePower

Computer konkret

DentalSoftwarePower
info@ivoris.de

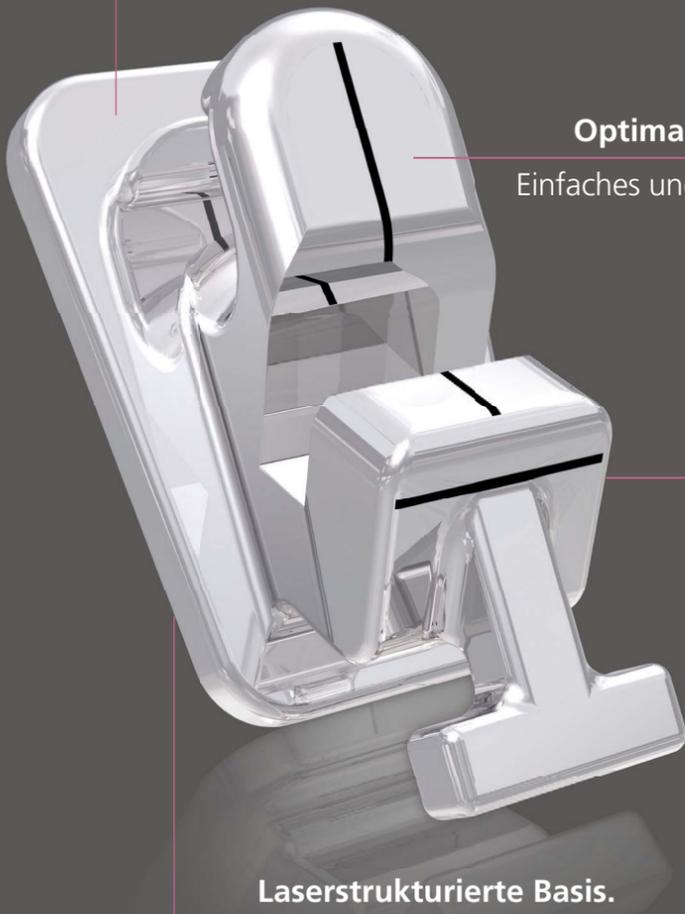
praxis
upgrade



Überraschend anders. Das Lingualsystem.

1-Stück-Bracket.

Hohe Biokompatibilität.



Optimales Flügeldesign.

Einfaches und sicheres Ligieren.

Graziles, niedriges Profil.

Größtmöglicher
Zungenfreiraum.

Laserstrukturierte Basis.

Optimale Retention.

discovery[®] delight steht für die kompromisslose Reduzierung der für die Behandlung benötigten Komponenten. Die freie Auswahl aller linguale Behandlungsvarianten, von der **2D- bis hin zur 3D-Behandlung**, bleibt dabei gewährleistet.

Durch die geniale **Kombination von vertikalem Slot** in der Front **und horizontalem Slot** im Seitenzahnggebiet (offen/geschlossen) wird eine optimale Kraftübertragung gewährleistet.

