

## Vorteile der Digitaltechnik in der Lingualbehandlung

### KN Fortsetzung von Seite 1

erreichen, wird heute in der Lingualbehandlung fast ausnahmslos ein Prozess verwendet, der auf einem Set-up (Zielmodell) und dem indirekten Kleben mit Übertragungstrays basiert. Grundlage des ganzen Prozesses ist die Abformung. Mit den PVS bzw. additionsvernetzten Silikon hat sich ein recht zuverlässiges Verfahren etabliert. Viele Patienten bemängeln jedoch die lange Verweildauer des Abdrucks im Mund und empfinden Abdrücke allgemein als wenig angenehm. Der Postversand und der Verbleib der qualitativ hochwertigen Abdrucklöffel sind weitere Aspekte, bei denen Verbesserungen wünschenswert wären. Das Set-up, welches im Rahmen des Laborprozesses hergestellt wird, basiert auf einer Kombina-

mular erfolgen kann, welches den Abdrücken beigelegt wird. Verbesserungsmöglichkeiten hier sind insbesondere in Hinblick darauf denkbar, ob das Labor-Set-up auch tatsächlich den Intentionen des Behandlers entspricht. Einerseits mag es unterschiedliche Interpretationen der Worte im Auftragsformular geben, andererseits werden manche Probleme der Behandlungsplanung erst im Rahmen einer Visualisierung offensichtlich. Traditionell war es mit großem zeitlichen und ökonomischen Aufwand verbunden, den Artikulator mit dem Set-up per Post oder Kurier dem Behandler zur Ansicht und Beurteilung zukommen zu lassen und dann wieder ans Labor zurückzuschicken. Um dies zu umgehen, wurden entweder standardisierte Fotos per Mail an den behandelnden Kieferorthopäden versandt oder der Kieferorthopäde vertraute schlicht dem Labor, dass es die Sache schon optimal aufstellen würde. Auf den Fotos ist die Position der Zähne nicht annähernd so gut beurteilbar wie am dreidimensionalen Modell. Das Vertrauen auf den Set-up-Techniker mag oft berechtigt sein, aber es wäre unwahrscheinlich, wenn es niemals Differenzen gibt zwischen den Wünschen im Kopf des Behandlers und der Umsetzung auf dem Set-up-Modell. Wenn es dann Abweichungen gibt, werden diese erst am Ende der Behandlung im Finishing sichtbar und können dann – wenn überhaupt – nur durch schwierig durchzuführende Korrekturbiegungen beseitigt werden.

### Welche Schritte im Prozess bieten sich für die Digitalisierung an?

Man spricht vom digitalen Workflow. Die Herstellung der Lingualapparatur erfordert eine Vielzahl einzelner Schritte, die in einer bestimmten Abfolge durchgeführt werden müssen. Einige Schritte finden in der Praxis statt, andere

Arbeitsschritt	konventionell	digital	wo	Status
1. Abformung	A-Silikon-Abdruck	intraoraler Scan	Praxis	kurz vor Markteinführung
2. Übermittlung Daten	Postversand oder UPS	Online-Übertragung der Scandaten an das Labor	Praxis	mit vorhandener Technik möglich, wenn Scanner verfügbar
3. Modellscan	/	Modellscanner	Labor	wird bei Incognito™ von Anfang an durchgeführt
4. Set-up	händisch mit Gips und Wachs	digitales Set-up am Computer	Labor	seit 2013 erhältlich bzw. Standard
5. Set-up-Review-Ansicht	Fotos, Versand Artikulator	E-Mail mit 3-D-PDF	Labor/Praxis	seit 2013 erhältlich bzw. Standard
6. Set-up-Review-Feedback	Telefonanruf	E-Mail mit Freigabe oder Änderungswünschen	Praxis	seit 2013 erhältlich bzw. Standard
7. Bracketdesign	/	CAD-Prozess	Labor	wird bei Incognito™ von Anfang an durchgeführt
8. Gussformherstellung	/	3-D-Druck mit Wachs	Labor	wird bei Incognito™ von Anfang an durchgeführt
9. Bracketproduktion	Goldguss	3-D-Druck in Metall	Labor	noch nicht verfügbar
10. Repositionierung auf Malokklusionsmodell	von Hand, basierend auf Passform und Plots	/	Labor	beim digitalen Prozess nicht mehr nötig
11. Herstellung Klebtray	Silikon auf Malokklusionsmodell	3-D-Druck in Silikon	Labor	seit 2014 erhältlich

Tabella 1: Schritte im Workflow bei lingualen Apparaturen und Verfügbarkeit von digitalen Lösungen.

im zahntechnischen Labor des Anbieters der Apparatur. Die Arbeitsschritte im Labor erfordern dabei Input vonseiten des behandelnden Kieferorthopäden, der wiederum teilweise basierend auf den Arbeitsschritten des Labors Informationen an das Labor schickt. Insofern ist die Schnittstelle zwischen Praxis und Labor von großer Wichtigkeit. Im Folgenden soll als Beispiel der Workflow bei der Erstellung der Incognito™-Apparatur dargestellt werden, da dies die erste linguale Apparatur war, deren Herstellung zumindest teilweise digital erfolgte:

### Abformung

Auf breiter Front wird von verschiedenen Firmen an Scannern für die intraorale digitale Abformung gearbeitet. Von der Firma 3M wird der True Definition Scanner angeboten. Der Hauptvorteil des Scannens gegenüber konventioneller Silikonabformung ist, dass das Ergebnis auf dem Bildschirm des Scanners direkt überprüft werden kann. Es wird damit sehr unwahrscheinlich, dass erst im Labor festgestellt wird, dass der Abdruck den Anforderungen nicht genügt. Letzteres ist für alle Beteiligten bekanntlich mit vielen Unannehmlichkeiten verbunden. Inwieweit der Scanvorgang von den Patienten als weniger unangenehm empfunden wird, muss die praktische Erfahrung zeigen.

### Übermittlung der Daten

Hier zeigt sich ein wesentlicher Vorteil des digitalen Vorgehens. Es liegt auf der Hand, dass die digitale Datenübermittlung sehr viel unproblematischer und schneller

erfolgen kann. Keine Probleme mit Desinfektion, Verpackung, Anmeldung der Abholung, Rücksendung oder Verlust der Abdrucklöffel und Übermittlung in Minuten. Die Übermittlung der Daten erfolgt in der Regel direkt aus der Scansoftware heraus, sodass die Praxis sich nicht um Formate und Verschlüsselung der Daten kümmern muss.

### Modellscan

Um die Morphologie der Zähne in das digitale System zu bekommen, mussten bisher die auf Basis der Silikonabdrücke hergestellten Gipsmodelle gescannt werden. Dieses Verfahren wird bei der 3M Unitek/TOP Service seit vielen Jahren angewendet und ist bewährt. Wenn allerdings die Daten digital angeliefert werden, z. B. durch einen Mundscan in der Praxis, wird der Modellscan im Labor nicht mehr erforderlich sein.

### Set-up der Zielokklusion

Traditionell wurde in der Lingualtechnik seit vielen Jahren ein Set-up der Zielokklusion hergestellt, was dann verwendet wurde, um die individuellen Basen der konfektionierten Brackets herzustellen oder um die vollindividualisierten Brackets und Bögen zu designen. Dieses Set-up erfolgte bisher, indem die Zähne im Gips separiert und dann in Wachs neu aufgestellt wurden. Wenn die Scandaten des Malokklusionsmodells oder ein Intraoralscan vorliegen, kann dieses Set-up auch digital durchgeführt werden. Auch hierbei werden die Zähne separiert, allerdings digital, und dann in die Zielposition bewegt. Vorteile sind dabei, dass

der Set-up-Techniker jederzeit Informationen über das Ausmaß der Bewegung erhält und die aktuelle Position mit der Originalposition per Mausklick vergleichen kann. Da hier keine Aushärtezeiten von Gips und dergleichen erforderlich sind, könnten sich auch Zeitersparnisse im Herstellungsprozess ergeben.

### Set-up-Review

Idealerweise wird das Set-up mit der Zielokklusion durch den behandelnden Kieferorthopäden geprüft, um gegebenenfalls Wünsche für Änderungen dem Labor übermitteln zu können. Dies war in der prädigitalen Zeit sehr problematisch, da das Set-up eigentlich nur wirklich gut beurteilt werden konnte, wenn man es in der Hand hielt. Das erforderte aber den Transport des Artikulators vom Labor zur Praxis und auch wieder zurück, was natürlich mit signifikantem Zeitverlust und dem Risiko von Beschädigung und Verlust einherging. Wenn das Set-up digital zur Verfügung steht, kann dieses entweder als E-Mail-Anhang verschickt werden oder mit einer speziellen Software online betrachtet werden.

### Set-up-Review-Feedback

Nach dem Review des Set-ups durch den behandelnden Kieferorthopäden müssen dem Labor entweder die Freigabe mitgeteilt werden oder die Änderungswünsche. Beim digitalen Prozess erfolgt dies entweder durch Abschicken einer E-Mail oder beim Online-Set-up-Review, indem die Änderungswünsche oder Freigabe direkt in der entsprechenden Soft-



Abb. 2: MacBook mit 3-D-PDF. Die Datei kommt als Anhang einer E-Mail und ist passwortgeschützt. Die Beurteilung des Set-ups kann offline erfolgen. Die Betrachtungssoftware Adobe Reader gibt es für praktisch alle Betriebssysteme.

tion aus allgemeinen Vorgaben (zahntechnisches Grundwissen, wie ein Gebiss aussehen soll) und den Angaben des Behandlers, welches Behandlungskonzept durchgeführt werden soll und welche speziellen Positionierungswünsche bei der konkreten Behandlung bestehen. Dies erfordert einen Informationsfluss vom Arzt zum Labortechniker, der z. B. durch ein Auftragsfor-

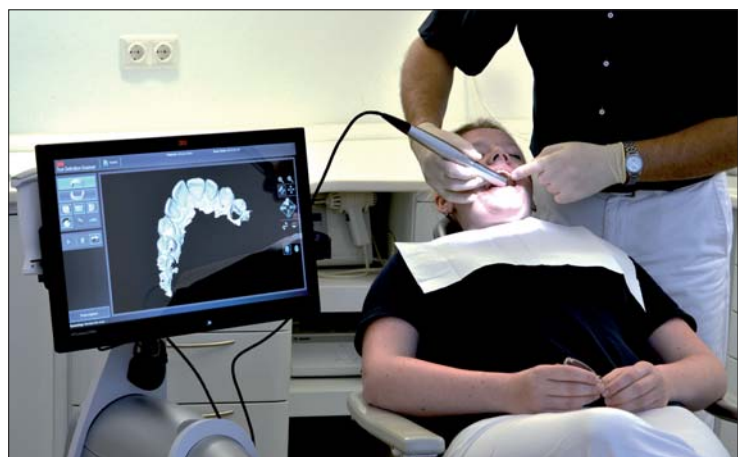


Abb. 3: True Definition Scanner von 3M Unitek in der Praxis des Autors





Abb. 4a–e: Patientin 1 vor der Behandlung. Extra- und intraorale Aufnahmen.

ANZEIGE



## Perfektion ist das beste Therapieziel.

Für Ihre Patienten: Weil Ihnen die ästhetische Zahnregulierung mit CA<sup>®</sup> CLEAR ALIGNER neues Selbstbewusstsein gibt.

Für Sie: Weil sich das CA<sup>®</sup> System ganz individuell auf Ihre Bedürfnisse zuschneiden lässt. Sie entscheiden über den Behandlungsplan, mögliche Therapiekorrekturen, eine Kombination mit der VECTOR<sup>®</sup> 40 Dehnschraube und den Herstellungsweg. Ob in Ihrem eigenen Labor, über ein zertifiziertes CA<sup>®</sup> Labor oder mit unserem Spezialisten für digitale Kieferorthopädie CA DIGITAL, mit dem Sie ganz individuell zusammenarbeiten können.

Denn es gibt nur eine Lösung, die für Sie perfekt ist - Ihre eigene.

[www.ca-clear-aligner.com](http://www.ca-clear-aligner.com)



CA CLEAR ALIGNER

### Fortsetzung von Seite 4

ware durchgeführt werden. In beiden Fällen steht das Feedback des Behandlers innerhalb von wenigen Sekunden beim Labor zur Verfügung und die Gefahr von Missverständnissen durch akustische oder handschriftliche Übermittlung wird eliminiert.

#### Bracketdesign

Das Design (CAD = Computer Aided Design) der individualisierten Apparatur Incognito<sup>™</sup> erfolgte von Anfang an digital und ist in seiner Komplexität ohne digitale Technologie auch schwer vorstellbar.

#### Gussformherstellung

Gleiches gilt für die Herstellung der Gussform, die bei den Incognito<sup>™</sup>-Brackets im 3-D-Druck erfolgt. Ohne digitale Prozesse wäre dies nicht realisierbar.

#### Bracketproduktion

Die Bracketproduktion basiert auf nichtdigitalem Metallguss in die individuell hergestellten Gussformen. Eine Digitalisierung dieses Prozesses wäre denkbar, wenn der 3-D-Druck direkt in Metall erfolgt und die nichtdigitale Gussformherstellung und der Guss durch direktes 3-D-Drucken eines geeigneten Metalls ersetzt werden. Bisher ist dieses Verfahren in der Kieferorthopädie in der notwendigen Genauigkeit nach Informationen des Autors nicht verfügbar.

#### Repositionierung auf Malokklusionsmodell

Im Sinne der Effizienzsteigerung der Praxis und des besseren Komforts kleben viele Kieferorthopäden alle Lingualbrackets eines Kiefers gleichzeitig mit einer einzigen Positionierungsschiene. Um diese herzustellen, müssen die Brackets im Labor wieder präzise auf das Malokklusionsmodell übertragen werden. Dazu gibt es verschiedene Techniken mit Übertragungs-Jigs, Ausnutzung der Passform der individuellen Basis oder grafische Darstellung der Bracketposition auf dem Zahn (sogenannte Plots). Um diesen Prozessschritt zu digitalisieren, gibt es auch Verfahren, bei denen das Bracket von einem Roboterarm digital gesteuert platziert wird. Auf jeden Fall ist es wünschenswert, dass Ungenauigkeiten durch manuelle Verrichtungen in diesem sensiblen Arbeitsschritt vermieden werden.

#### Herstellung des Klebetrays

Traditionell wurden die Klebetrays im Labor durch Überziehen der Brackets auf den Malokklusionsmodellen mit einem thermoelastischem Material (z. B. Polyethylen) oder mit Silikon unterschiedlicher Shore-Härte hergestellt. Die Herstellung der Klebetrays kann heute digital erfolgen, indem der Umweg über die Brackets auf dem Malokklusionsmodell (siehe Prozess 10 in Tabelle 1) umgangen und ein Silikontray direkt hergestellt wird,

in das die Brackets dann passgenau eingesetzt werden (Abb. 1) – Clear Precision Tray. Durch die Elimination des manuellen Repositionierens der Brackets wird eine potenzielle Quelle für Ungenauigkeiten vermieden. Wie weit diese einzelnen Arbeitsschritte heute schon digital erfolgen können, ist in Tabelle 1 dargestellt.

#### Wie laufen die digitalen Prozesse beim Hersteller ab und wo geht der Weg hin?

Um hier möglichst aktuelle und genaue Informationen geben zu können, habe ich Dipl.-Ing. Ralf Paehl aus der Abteilung Research & Development beim Hersteller der Incognito<sup>™</sup> Brackets der Firma 3M Unitek/TOP-Service für Lingualtechnik GmbH in Bad Essen, gebeten, die Abläufe bei den neu entwickelten digitalen Prozessen in dieser Firma zu beschreiben. Hier sein Bericht:

Viele unserer Kunden haben uns schon in Bad Essen besucht und Einblick in die Herstellung erhalten. Darum und weil Prof. Dr. Dietmar Segner schon die Arbeitsschritte im Workflow vorgestellt hat, beschränke ich mich darauf, auf aktuelle Entwicklungen und Veränderungen bei der TOP-Service in Zusammenhang mit der Digitalisierung in der lingualen Kieferorthopädie einzugehen.

ANZEIGE



#### Intraoralscans

Eine wichtige Grundlage für die Anfertigung individueller lingualer Apparaturen bei der 3M Unitek/TOP-Service ist die Übermittlung der Malokklusion des Patienten. Bis vor etwa zwei Jahren geschah dies ausschließlich durch Silikonabformungen, die dann bei uns im Labor ausgegossen wurden. Die resultierenden Gipsmodelle wurden dreidimensional eingescannt und somit dem digitalen Designprozess zugänglich gemacht. Ein immer wieder auftauchendes Problem dabei waren fehlerhafte Abformungen. Waren diese qualitativ so problematisch, dass darauf keine präzise Apparatur zu fertigen war, sorgte dies für Frust bei allen Beteiligten.

Heute werden wir immer mehr mit Anfragen konfrontiert, Incognito<sup>™</sup> Apparaturen basierend auf digitalen Intraoralscans zu fertigen. Diese Daten kommen von Scannern unterschiedlicher Hersteller. Sowohl die Präzision als auch die Struktur der Daten

Fortsetzung auf Seite 8 KN



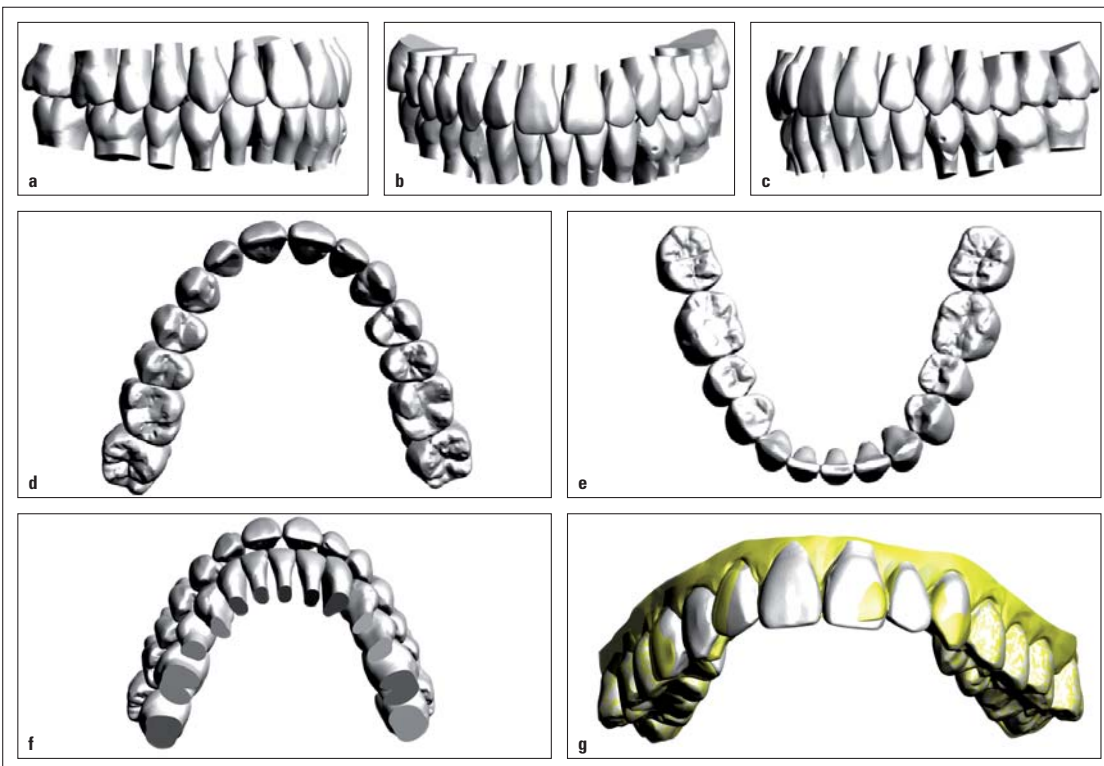


Abb. 5a–g: Digitales Set-up der Patientin aus Abb. 4. Das digitale Set-up-Modell kann um alle Raumachsen frei bewegt werden. In den Abbildungen 5a bis e sind verschiedene besonders nützliche Ansichten dargestellt. Bei Ansicht 5f wird deutlich, dass aufgrund des fehlenden unteren Inzisivus trotz der leichten Klasse III-Verzahnung eine leicht vergrößerte horizontale Stufe verbleiben wird. Abbildung 5g zeigt die Überlagerung aus der Originalsituation (im Gelbton) und der im Set-up geplanten Situation in Weiß.

#### KN Fortsetzung von Seite 6

variiert dabei. Darum haben wir ein Protokoll entwickelt, in dem wir uns vor der Freigabe eines Scansystems die Qualität der Daten sowie die Kompatibilität mit unseren weiteren Herstellungsschritten im Labor genau ansehen. Es wurde zudem eine neue Abteilung mit dem Namen Digital Model Lab geschaffen, die sich ausschließlich mit der Aufbereitung intraoraler Scan-daten befasst.

Um den Vorteil der digitalen Abformung zu nutzen, macht natürlich eine elektronische Übermittlung Sinn. Hier bieten wir mit einem in Europa neu installierten Server und einer verschlüsselten Übermittlung unseren Kunden eine Upload-Möglichkeit, die den rechtlichen Anforderungen für den Umgang mit Patientendaten genügt.

Unser Fokus für zukünftige Entwicklungen: Validierung und Freigabe weiterer Intraoralscansysteme sowie Software für Kommu-

nikation und Handhabung der Intraoralscans. Darüber hinaus erfassen wir durch unsere enge Zusammenarbeit mit unseren Kunden deren Wünsche in Zusammenhang mit dieser noch jungen Technologie. Immer preiswertere und einfach zu bedienende 3-D-Drucker z. B. finden den Weg auch in die KFO-Praxen und benötigten druckbare Dateien. Hier wird sich in kurzer Zeit eine breite Peripherie an Soft- und Hardware entwickeln, die diese Technologie immer interessanter machen wird.

#### Digitale Set-ups

2012 in den Markt eingeführt, machen die digitalen Set-ups mittlerweile einen großen Anteil aller bei der 3M Unitek/TOP-Service eingehenden Fälle aus. Die digitalen Set-ups haben die Arbeit in unserem Labor nachhaltig verändert. Set-ups sind so individuell, dass eine Software hier zwar hervorragend unterstützen kann, nicht aber deren Erstellung automatisieren kann. Daher wurden

ausschließlich Zahntechniker, die zuvor manuelle Set-ups erstellt haben, für die Erstellung digitaler Set-ups trainiert. Diese Mitarbeiter stellen heute digitale Set-ups entsprechend den Wünschen unserer Kunden auf, genau wie sie es zuvor manuell getan haben, jedoch mit zusätzlichen und überlegenen Möglichkeiten unseren neuen digitalen Prozesses. Die Zufriedenheit bei den Mitarbeitern ist groß, da wir mit den digitalen Arbeitsplätzen sehr ergonomische und angenehme Arbeitsbedingungen schaffen konnten. Viele Kunden bevorzugen übrigens nach wie vor manuelle Set-ups und können diese auch weiterhin bestellen. Manchmal werden für die Erstellung von Positionern oder Retainern die konventionellen Gips-Set-ups benötigt. Erfolgsfaktoren des digitalen Set-ups sind sicherlich die damit mögliche Präzision sowie die Möglichkeit, das Set-up in einer PDF-Datei dreidimensional anschauen oder auch Patienten oder Kollegen präsentieren zu können.

#### Digitales Design

Das digitale Design der Incognito™ Apparatur hat sich bewährt. Die schon vor der Incognito™ Markteinführung entwickelten und bis heute ständig verbesserten Verfahrensschritte bilden die Grundlage für das am Markt immer noch einzigartige, voll individuelle Lingualbracket. Voll individuell bedeutet, dass das Klebepad als auch der eigentliche Bracketkörper sowie Hooks und Wings jedes Mal passend für den jeweiligen Zahn designed und anschließend gefertigt werden. Der Aufwand resultiert in einem flachen und behandlungstechnisch optimalen Bracket. In den letzten Monaten wurden jedoch für die Einführung des Incognito™ Clear Precision Trays sowie der Low Profile Brackets für den Seitenzahnbereich neue Software-Funktionen integriert sowie unsere Bracketserien erweitert. Was den fertigen Apparaturen nicht anzusehen ist: Um die hohe Flexibilität und alle Funktionen zu ermöglichen, wird ein einziges Bracket im Rechner aus etwa 20 bis 30 digitalen Einzelteilen zusammengesetzt.

#### Clear Precision Tray

Bislang wurden die fertigen Brackets nach der Produktion manuell auf die Malokklusion aufgesetzt. Danach wurde darauf das Übertragungstray angefertigt. Diese Lücke in unserer von digitalen Prozessen geprägten Produktion wurde nun mit dem Clear Precision Tray geschlossen. Es wird dafür zuerst ein hochtransparentes Tray angefertigt, in das die Brackets eingesetzt werden. Weil das Tray nun mit digitaler Präzision hergestellt wird, ist es gelungen, die Positioniergenauigkeit deutlich zu steigern. Wir stehen derzeit am Ende einer sehr breit angelegten Kundenzufriedenheitsstudie und freuen uns sehr über das große Interesse. Mit dem Tray wurde ein neues klinisches Klebprotokoll entwickelt. Erste klinische Rückmeldungen deuten auf einfachere, schnellere Bebänderung und we-

niger Debondings. Hilfreich im klinischen Alltag ist, dass sich das neue Tray auch zum Rebonding eignet. Im Tray sind die Zahnindizes eingepreßt, die ein Segmentieren zum Zwecke des Rebonding vereinfachen. Gelöste Brackets lassen sich nach Sandstrahl-Vorbehandlung der Klebfläche wieder einsetzen und dann mit dem Traysegment präzise wieder rebonden.

Soweit Ralf Paehl von der Firma 3M Unitek/TOP-Service für Lingualtechnik GmbH.

#### Was muss in der Praxis für Aufwand betrieben werden?

Ein Großteil der digitalen Abläufe passiert beim Hersteller/Set-up-Labor, sodass die kieferorthopädische Praxis dafür keine Investitionen tätigen muss. Lediglich für die Set-up-Reviews sind einige Voraussetzungen erforderlich, die sich aber leicht erfüllen lassen. Erforderlich ist eine einigermaßen schnelle Internetverbindung (die üblichen DSL-Anschlüsse reichen) und ein Computer, auf dem eine aktuelle Version der kostenfreien Software Adobe Reader installiert ist (Abb. 2). Da die Internetverbindung und ein PC meist vorhanden sein werden, entstehen in der Praxis meist keine Kosten.

Lediglich wenn die Abformung digital, also mit einem Intraoral-scanner (Abb. 3), erfolgen soll, entstehen dadurch nicht unerhebliche Investitionen und je nach Finanzierungsmodell auch laufende Kosten. Es ist zurzeit noch zu früh, um hier genauere Angaben zu machen, da die klinische Nutzung des kieferorthopädischen Scanners erst am Anfang steht und Preise und Finanzierungsmodelle der Hersteller noch nicht feststehen.

#### Ablauf in der Praxis

Anhand eines Beispielfalls soll der Ablauf dargestellt werden. Die Patientin in Abbildung 4 störte sich an den Irregularitäten in der oberen und unteren Front. Es bestand eine leichte Angle-Klasse III und im Unterkiefer fehlte ein Frontzahn bei vollständigem Lückenschluss. Der Zahn 21 stand mit der Krone nach distal gekippt, wodurch sich eine vergrößerte inzisale Inzisur zwischen den beiden mittleren Schneidezähnen zeigte. Der Zahn 13 stand nach palatinal orientiert, ebenso stand der Zahn 44 lingual. Weiterhin bestanden diverse Drehstände. Abformungen wurden erstellt und an das Labor versandt und es wurden die folgenden Wünsche für das Set-up aufgegeben:

- Zahn 13 nach bukkal und Achsenneigung im Sinne von positivem Torque ändern
- Zähne 21 und 22 sollen jeweils +5° Artistik erhalten
- im Unterkiefer soll eine approximale Schmelzreduktion (ASR) an den 5ern, 4ern, 3ern und 2ern durchgeführt werden
- Zahn 44 nach bukkal und distal rotieren



Abb. 6a, b: Apparatur in situ.

Abb. 7a–e: Patientin nach der Behandlung: Die geplanten Ziele wurden erreicht und das Ergebnis spiegelt die geplante Situation des Set-ups wider.





Abb. 8: Patientin 2 vor der Behandlung.

Abb. 9a-e: Intraorale Situation der Patientin 2 vor der Behandlung: Deutlicher Engstand in der Unterkieferfront sowie ein unästhetisch nach außen rotierter oberer Schneidezahn 21 bei nahezu Klasse I-Verzahnung.

- Zahn 43 etwas extrudieren
- Frontzähne 32 bis 42 gegen die 3er intrudieren.

Das vom Labor gefertigte digitale Set-up wurde per E-Mail zugestellt und konnte nach Eingabe des Passworts im Programm Adobe Reader auf dem Laptop des Autors betrachtet werden (Abb. 2). Das resultierende Set-up ist in Abbildung 5 zu sehen. Es konnten im Set-up harmonische Zahnbögen erreicht werden. Zu

erkennen ist weiterhin, dass aufgrund des fehlenden unteren Inzisivi ein leicht vergrößerter Overjet bestehen bleiben wird (Abb. 4f) und dass aufgrund der nach wie vor bestehenden leichten Klasse III zwischen den oberen und unteren Eckzähnen im Schlussbiss kein Kontakt besteht.

Von besonderem Interesse war, ob die Wünsche betreffend der Achsenneigung der Zähne 13 (Torque) und 21 (Tip/Artistik) wunschgemäß umgesetzt wer-

den konnten. Dies lässt sich neben den normalen Ansichten auch im Overlay (Abb. 5g) sehr gut beurteilen. Durch das dreidimensionale Drehen des Set-ups kann der optimale Blickwinkel für die Beurteilung der Zahnstellung ausgewählt werden, ganz ähnlich wie bei einem Modell in der Hand. Ein deutlicher Fortschritt gegenüber einem klassischen Modell in der Hand ist aber die Möglichkeit der Überlagerung von Set-up und Malokklusionsmo-

dell. Hierdurch lässt sich innerhalb kürzester Zeit feststellen, ob Zähne, die nicht bewegt werden sollten/können (z. B. implantatgetragene Kronen), auch tatsächlich an Ort und Stelle belassen sind und welche Zahnbewegungen in welchem Ausmaß bei der Aufstellung des Set-ups erfolgt sind. So lässt sich gut kontrollieren, dass die Korrektur des Tips bei 21 wunschgemäß umgesetzt wurde. Mit einer formlosen E-Mail an das Set-up-Labor wur-

de das Set-up freigegeben und die Produktion der Brackets, Bögen und Klebeschienen konnte erfolgen.

Die Apparatur (Abb. 6) bestand aus Incognito™-Brackets 13 bis 23 und 35 bis 45. Nach zwölf Monaten Behandlungszeit, die vor allem für die Korrektur des Zahnes 44 gebraucht wurde, konnte die Apparatur entfernt werden und es wurden in beiden Kiefern Kleberetainer von 3-3 geklebt (Abb. 7). Beim Vergleich der Endfotos mit dem Set-up finden sich die Abstände zwischen den oberen und unteren Eckzähnen wieder. Die Korrektur der Achsenneigungen 13 und 21 konnte erreicht werden und die inzisale Inzisur 11/21 sowie der Connector 11/21 konnten normalisiert werden.

Die Abbildungen 8 und 9 zeigen eine zweite Patientin, bei der es ebenfalls um die Begradigung der stark irregulären Frontzahnbereiche ging. Im Unterkiefer musste ein Inzisivus extrahiert werden (Zahn 31) und im Oberkiefer mussten die Zähne durch approximale Schmelzreduktion umgeformt und derotiert werden. Das digitale Set-up der Oberkieferfront ist in Abbildung 10 dargestellt. Es sieht auf den ersten Blick ideal aus.

Fortsetzung auf Seite 10 KN

ANZEIGE

Die erste medizinische Zahncreme mit natürlichem Perl-System



NEU

Mit Natur-Perl-System

- ✓ 100% biologisch abbaubare Pflege-Perlen
- ✓ verbesserte Rezeptur mit optimiertem Doppel-Fluorid-System (1.450 ppmF)
- ✓ Xylitol für mehr Plaquehemmung
- ✓ ideal für Träger von Zahnsparren



**Das Perl-System:**  
Kleine, weiche, zu 100 % biologisch abbaubare Perlen rollen Beläge einfach weg – effektiv aber sehr schonend (RDA 32).

Jetzt Proben bestellen:

Bestell-Fax: 0711 75 85 779-26

Bitte senden Sie uns kostenlos:

- ein Probenpaket mit Patienteninformation
- Terminzettel-Blöckchen

Praxisstempel, Anschrift

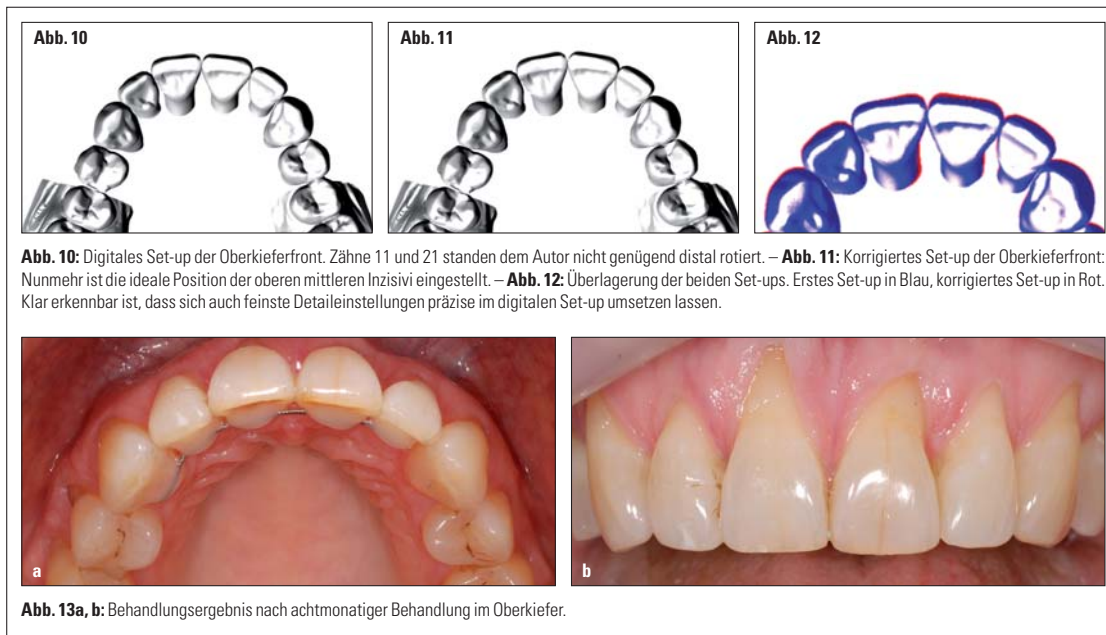
Datum / Unterschrift

KN Sep. 14



Dr. Liebe Nachf. GmbH & Co. KG  
D-70746 Leinfelden-Echt. - Tel. 0711 75 85 779-11  
service@pearls-dents.de





**Abb. 10:** Digitales Set-up der Oberkieferfront. Zähne 11 und 21 standen dem Autor nicht genügend distal rotiert. – **Abb. 11:** Korrigiertes Set-up der Oberkieferfront: Nunmehr ist die ideale Position der oberen mittleren Inzisivi eingestellt. – **Abb. 12:** Überlagerung der beiden Set-ups. Erstes Set-up in Blau, korrigiertes Set-up in Rot. Klar erkennbar ist, dass sich auch feinste Detaileinstellungen präzise im digitalen Set-up umsetzen lassen.

**Abb. 13a, b:** Behandlungsergebnis nach achtmonatiger Behandlung im Oberkiefer.

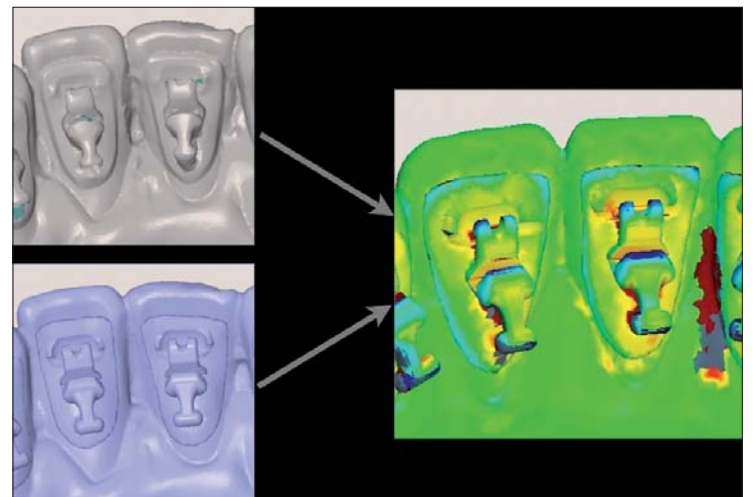
**KN Fortsetzung von Seite 9**

Eine genaue Betrachtung lässt jedoch erkennen, dass die Zähne 11 und 21 noch etwas weiter derotiert werden könnten, insbesondere, wenn man eine leichte Überkorrektur integrieren möchte. In einer kurzen E-Mail wurde dies dem Labor mitgeteilt: „Größtenteils schön, aber zur Perfektionierung bitte noch die 1er jeweils 3° weiter distal rotieren.“ Wenige Stunden später kam das korrigierte Set-up an (Abb. 11). Die mittleren Schneidezähne stehen nun besser. Eine Überlagerung (Abb. 12) des ersten Set-ups (blau) mit dem zweiten Set-up (rot) zeigt die kleinen, aber präzisen Änderungen. In Abbildung 13 ist dann das Ergebnis zu sehen. Die Behandlung im OK dauerte acht Monate.

**Was sind die Vorteile für die Praxis?**

Zwei bedeutende Vorteile ergeben sich bei dem beschriebenen Verfahren für die Behandlung. Der erste Vorteil ist, dass die Ziel-Zahnposition für die Erstellung der Apparatur mit der Behandlungsplanung des Kieferorthopäden im Hinblick auf Behandlungskonzept und Zahnpositionen optimal in Deckung gebracht werden kann (Abb. 4 bis 7 sowie Abb. 8 bis 13). Da sich in der Lingualtechnik ein „Umbiegen“ des Finishing-Bogens in Hinblick auf Bogenform und Achsenneigungen als sehr schwer und zeitaufwendig darstellt, ist es ein großer Vorteil, wenn beide Aspekte bei der Herstellung der Apparatur bereits optimal Berücksichtigung finden.

Ebenso ist es ein großer Vorteil, wenn die intraorale Positionierung der Brackets maximal genau ist. Das beschriebene digitale Verfahren vermeidet etwaige kleine Positionierungsfehler, die bei der manuellen Positionierung der Brackets auf den Malokklusionsmodellen entstehen könnten. Damit wird die Erreichung des geplanten Ziels bezüglich der Zahnstellung noch schneller und direkter erreicht und die Notwendigkeit für Korrekturbiegungen wird weiter reduziert. Eine Studie des Herstellers der Brackets gibt eine Halbierung des maximalen Positionierungsfehlers an. Dazu wurden für die selben Patientenfälle die Brackets einmal digital, also mit dem Clear Precision Tray, geklebt und einmal auf konventionelle Methode auf Modelle positioniert und



**Abb. 14:** Überprüfung der Positioniergenauigkeit durch Überlagerung der 3-D-Daten aus dem Scan der geklebten Brackets (oben links in Grau) und der beim Design der Brackets auf den Zähnen entstehenden Daten (unten links in Blau). In der Überlagerung wird der Unterschied farblich codiert (grün = identisch; rot = deutlicher Unterschied). (Foto von 3M Unitek/TOP-Service für Lingualtechnik GmbH)



**Abb. 15:** Rebond mit dem Clear Precision Tray: Der zu rebondierende Zahn wird aus der Schiene herausgeschnitten. Wenn es noch zu keiner nennenswerten Zahnbewegung gekommen ist, erleichtert es die Positionierung, wenn ein kleiner Teil der Nachbarzähne auf dem herausgetrennten Einzelzahntray inkludiert ist. Nachdem deutliche Zahnbewegungen stattgefunden haben, sollte das Einzelzahntray nur den zu rebondierenden Zahn enthalten, also schmaler sein. Das zu rebondierende Bracket wird nach der Entfernung des alten Klebstoffs in die Schiene eingesetzt. Dazu hilft es oft, wenn die elastische Schiene etwas aufgebogen wird.

dann mit Silikon-Übertragungsschienen geklebt. Dann wurden die beklebten Kiefer mit den Brackets digital gescannt und mit der „Design“-Bracketposition aus dem CAD-Prozess der Bracketherstellung verglichen (Abb. 14).

Ein weiterer Vorteil der digital hergestellten Positionierungstrays ist die Möglichkeit, während der Behandlung abgegangene Brackets in die Schiene zu repositionieren und erneut indirekt zu kleben. Dazu wird das zum zu rebondierenden Zahn gehörende Segment aus der Schiene herausgeschnitten. Wenn es noch zu keiner nennenswerten Zahnbewegung gekommen ist, erleichtert es die Positionierung, wenn ein kleiner Teil der Nachbarzähne auf dem herausgetrennten Einzelzahn-Tray inkludiert ist (Abb. 15). Nachdem deutliche Zahnbewegungen stattgefunden haben, sollte das Einzelzahn-Tray nur den zu rebondierenden Zahn enthalten, also schmaler sein. Das zu rebondierende Bracket wird nach der Entfernung des alten Klebstoffs in die Schiene eingesetzt. Dazu hilft es oft, wenn die elastische Schiene etwas aufgebogen wird. Das Bracket schnappt in der korrekten Position ein. Dies funktioniert in der Regel unproblematisch, da es bei den digital hergestellten Schienen durch Elimination von feinen Materialfahnen im Bereich der Slots bzw. Unterschnitte keine störenden/sperrenden Mate-

rialanteile gibt, die das Repositionieren des Brackets behindern. Diese drei Punkte resultieren in schnellerer Behandlung mit präziserem Ergebnis und weniger Aufwand für den Kieferorthopäden, Einsparung von Stuhlzeit und möglicherweise kürzerer Gesamtbehandlungszeit. **KN**

ANZEIGE

**Qualität Integrität Service**

**Stahlbogen Feder**  
 Rund: € 0,09/Bogen  
 Verkant: € 0,12/Bogen

**Super Elastische NiTi**  
 Rund: € 0,33/Bogen  
 Verkant: € 0,50/Bogen

**Besuchen Sie uns am Stand A10 auf der DGKFO im September.**

**HIGHLAND METALS**  
 www.highlandmetals.com  
 T: +1 (408) 271-2955  
 F: +1 (408) 271-2962  
 Orders@highlandmetals.com

Die angegebenen Sonderpreise sind bis zum 30. September 2014 gültig.

**KN Kurzvita**

**Prof. Dr. Dietmar Segner**  
 [Autoreninfo]

**KN Adresse**

Prof. Dr. Dietmar Segner  
 Praxis Dr. Ibe und Prof. Segner  
 Fachzahnärzte für KFO  
 Beselerplatz 9  
 22607 Hamburg  
 Tel.: 040 894000  
 Fax: 040 894090  
 info@better-smiles.de  
 www.better-smiles.de