

# Digitale Prozesse in der Kieferorthopädie

Dr. Ingo Baresel, Cadolzburg

Digitale Workflows halten immer weiter Einzug in zahnärztliche Praxen. Hochwertige Zahnmedizin ohne diese Tools ist in manchen Bereichen heute schon nicht mehr denkbar. Gerade in den zahntechnischen Laboren sind digitale Arbeitsschritte seit Jahren unverzichtbar. Sei es das Design von Kronen und Brücken aus modernen zahnfarbenen Materialien, Vorabplanungen im Sinne von Smile Design oder Bohrschablonen für die navigierte Implantologie. Doch auch in Zahnarztpraxen halten digitale Abläufe vor allem in Bezug auf den Intraoralscanner heute Einzug. Man schätzt, dass mittlerweile knapp 20 % der deutschen Zahnarztpraxen mit diesen Geräten ausgestattet sind. Umfragen lassen darauf schließen, dass in den nächsten zwei Jahren mindestens 50 % der Praxen, die noch keinen Intraoralscanner besitzen, auf diese Art der Abformung umsteigen wollen. In der Restaurativen Zahnheilkunde können diese Geräte die analoge Abformung nahezu komplett ersetzen. Doch auch in der Diagnostik von Karies oder als Kommunikationstool sind Intraoralscanner heute sehr hilfreich.

In vielen Praxen werden heutzutage auch kieferorthopädische Leistungen angeboten. Hierbei handelt es sich zum einen um die klassische Kieferorthopädie mit herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen sowie die immer mehr in Mode kommende Alignertherapie. Die Nachfrage gerade nach Letzterem steigt rasant an. Vor allem erwachsene Patienten, die seit Jahren unter ihren Fehlstellungen leiden, sehen in der Therapie mit durchsichtigen Schienen eine neue Möglichkeit, ihre Probleme unauffälliger als bisher beheben zu können. Dabei handelt es sich nicht ausschließlich um ästhetische Korrekturen, auch funktionelle Verbesserungen sowie präprothetische

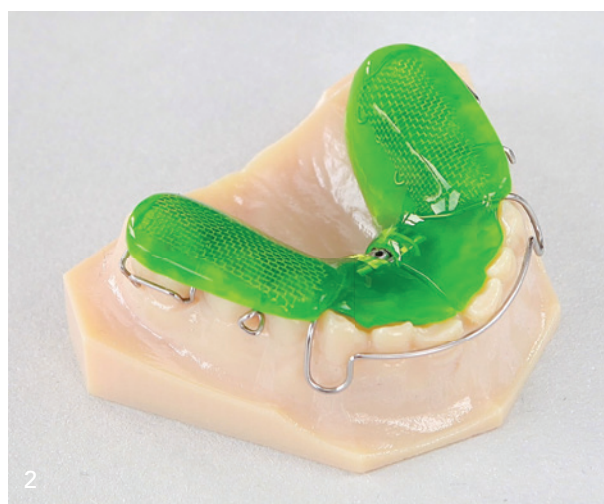
Veränderungen der Situationen sind mit Alignern möglich.

## Digitale Abformung

Betrachtet man zunächst die klassische Kieferorthopädie, so bietet der Umstieg auf den Intraoralscanner viele Möglichkeiten und Vorteile. Zunächst liegt es auf der Hand, dass gerade Kinder und Jugendliche eine digitale Abformung bevorzugen. Generationen haben den Würgereflex nach dem Einbringen der Alginatabformungen kennengelernt. Scans mit modernen Intraoralscannern benötigen für die Abformung in der Regel weniger als drei Minuten. Hierbei wer-

den zunächst der Ober- und Unterkiefer sowie die Bissituation erfasst. Sollte ein Patient eine kurze Pause benötigen, so kann man den Scanner aus dem Mund entfernen und nach kurzer Erholungsphase weitermachen. Das Erlebnis, den eigenen Mundraum direkt auf dem Scannermonitor betrachten zu können, ist für die moderne digitale Generation immer ein Erlebnis.

Die so erfassten Daten können direkt zur digitalen Modellvermessung, zum Druck von Arbeitsmodellen oder aber auch zur digitalen Konstruktion von Apparaturen herangezogen werden. Ein weiterer großer Vorteil dieser Technik ist, dass auf eine ana-



**Abb. 1:** Besprechen der Outcome-Simulation. – **Abb. 2:** Herausnehmbare Apparatur auf gedrucktem Modell.

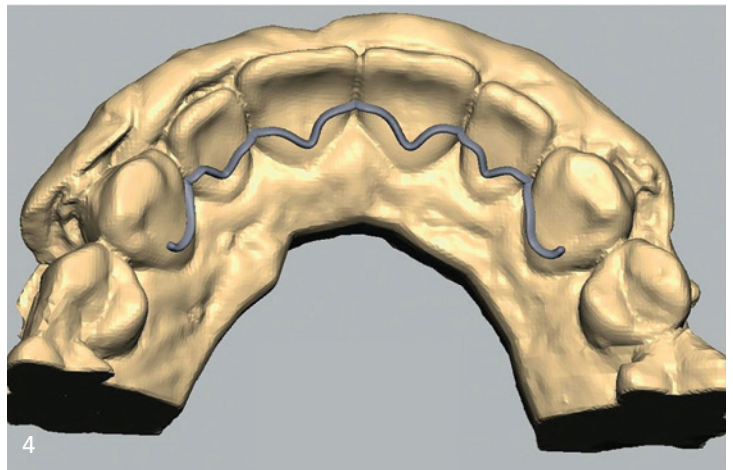


Abb. 3: Digital erstellte Apparatur. – Abb. 4: 3D-geplanter Retainer.

loge Aufbewahrung verzichtet werden kann. Gerade in kieferorthopädisch tätigen Praxen nehmen die Lagerräume für Modelle, die über Jahre hinweg aufbewahrt werden müssen, eine immense Fläche ein.

Häufigstes Vorurteil gegenüber Intraoralscannern ist, dass die Genauigkeit gerade über den Gesamtkiefer noch nicht ausreichend sei. Zahlreiche Studien<sup>1,2</sup> zeigen allerdings, dass die Genauigkeit der Scans über den Gesamtkiefer bei nahezu allen am Markt verfügbaren Geräten unter 50µm Verzug liegt. Diese Genauigkeit ist absolut ausreichend für jegliche Art von Analyse oder Therapiemodell. Gerade im kieferorthopädischen Bereich erreichen Alginatabformungen nicht ansatzweise diese Werte.

Ein weiteres Vorurteil ist, dass Weichgewebsstrukturen wie der Gaumen oder die Umschlagfalten nicht ausreichend genau dargestellt werden können. Eine Untersuchung von Bumann et al. zeigt jedoch, dass die digitale Erfassung der Daten genauer ist als die analoge.

### Digitale Datenerfassung

Grundlage jeder kieferorthopädischen Behandlung ist neben der Analyse des FRS, OPG und verschiedener Fotos die Auswertung der Modellsituation. Die digital erfassten Daten können hierzu in eine entsprechende Software (ivoris®, OnyxCeph™ etc.) importiert werden und direkt nach dem Setzen der notwendigen Analysepunkte automatisiert ausge-

wertet werden. Dies ermöglicht eine große Zeitersparnis. Wichtig hierbei sind allerdings offene Schnittstellen zwischen Scanner und Software. Werden diese Daten mit den Patienten besprochen (Abb. 1) oder bei der Behandlung benötigt, muss nicht erst im Lager die entsprechende Modellkiste gesucht werden, die Daten liegen in der Analysesoftware sofort vor und das Modell kann betrachtet werden. Dies stellt eine enorme Arbeits-erleichterung im täglichen Ablauf dar.

Doch nicht nur in der zahnärztlichen Praxis, auch im kieferorthopädischen Labor bietet die digitale Datenerfassung enorme Vorteile. Für die Herstellung herkömmlicher Platten oder FKO-Geräte können Modelle mit modernen 3D-Druckern er-



Abb. 5: Gefräster Retainer. – Abb. 6: Gefräster Retainer auf Modell.



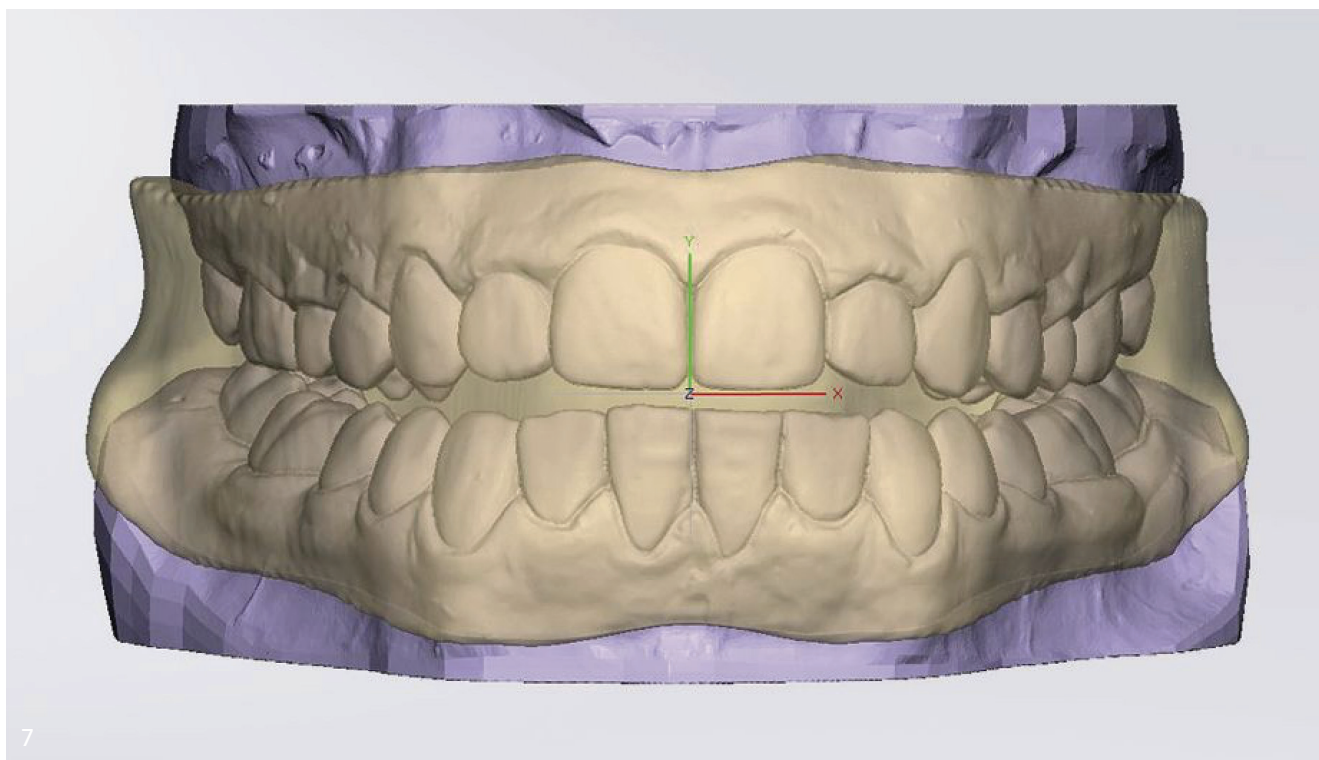


Abb. 7: CAD/CAM-designter Positioner.

stellt werden (Abb. 2 und 3). Bei Geräten zur Veränderung der Bisslage ist es möglich, die neue Bissituation mit dem Scanner zu erfassen und direkt ins Labor zu übermitteln. Auf den so erzeugten Modellen kann im klassischen Workflow weitergearbeitet werden. Für die Isolierung der Kunststoffoberfläche des Modells werden spezielle Mittel benötigt.

Ein weiterer großer Einsatzbereich digitaler Workflows ist die Produktion von Bracket-Positionierungsschablonen. Hierbei werden nach Auswahl des benötigten Systems die entsprechenden Brackets virtuell auf den Zähnen platziert. Danach erzeugt die Software eine Schiene, die mit dem 3D-Drucker ausgedruckt werden kann. In diese Schiene werden die Brackets eingesetzt. Nach der entsprechenden Vorbereitung der Zähne im Patientenmund können alle Brackets gleichzeitig mit dem gewählten Adhäsivsystem beschickt und die gesamte Schiene im Mund platziert werden. Nach erfolgter Aushärtung wird die Schiene abgenommen. Alle Brackets sitzen nun in der korrekten Position. Dieses Vorgehen ermöglicht eine sehr hohe Prä-

zision der Bracketplatzierung und spart viel Zeit.

Auch in die Guss-KFO haben digitale Prozesse Einzug gehalten. Das bedeutet, dass viele Apparaturen heute nicht mehr im konventionellen Verfahren hergestellt werden müssen, sondern durch Metall-3D-Druck erzeugt werden können. Der Vorteil des Druckens liegt darin, dass sowohl Unterschnitte wie auch die Einschubrichtung computergestützt berechnet werden können. Man erhält eine gleichmäßige Schichtstärke des Metalls, sodass die so produzierten Apparaturen sehr grazil gestaltet werden können. Lasermelting-Verfahren haben im Gegensatz zu klassisch gegossenen Objekten eine fast 100-prozentige Dichte und damit eine bessere Qualität.

### Digital designte Retainer

Festsitzende Retainer zur Stabilisierung des Behandlungsergebnisses können auf Basis eines Intraoralscans angefertigt werden. Zum einen besteht die Möglichkeit, das Modell auszudrucken, und, wie nach analoger Abformung auch, den Retainer

aus entsprechendem Material auf diesem Modell anzubiegen und zu passivieren. Allerdings ermöglicht die CAD/CAM-Fertigung auch die Produktion digital designter Retainer (Abb. 4). Je nach Anbieter können diese in zwei oder drei Raumachsen konstruiert und anschließend mit einem 5-Achs-System aus den verschiedenen zur Verfügung stehenden Materialien gefräst werden. Diese Herstellungsart bietet eine enorm große Passgenauigkeit (Abb. 5 und 6).

Nach festsitzender Therapie schließt sich häufig zur abschließenden Optimierung der Zahnpositionen eine Behandlung mit einem Positioner/Finisher an. Die Herstellung im analogen Workflow ist sehr aufwendig, da alle Zähne aus dem Modell sorgsam ausgeschnitten und anschließend mit Wachs wieder in optimaler Position zusammengefügt werden müssen. Durch digitale Verfahren lassen sich solche Set-ups deutlich schneller und einfacher herstellen (Abb. 7).

### Rechtliche Problematik

Die Vorteile der Nutzung digitaler Tools in der klassischen Kieferorthopädie lie-

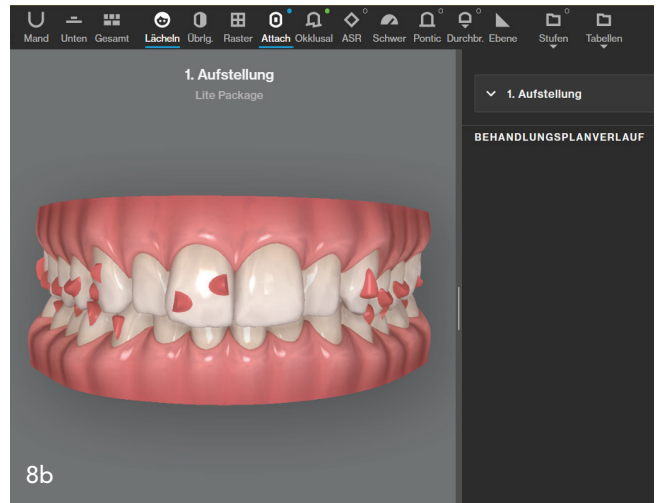


Abb. 8a und b: Alignerplanung mit Visualisierung vor Therapie.

gen auf der Hand. Es herrscht allerdings im Moment weiterhin keine rechtliche Sicherheit darüber, ob die digitale Abformung bei gesetzlich versicherten Patienten auch wirklich angewendet werden darf. Krankenkassen haben bereits mehrfach Klage gegen digital tätige Kieferorthopäden eingelegt, da sie die Abrechnungsposition 7a/117 als nicht rechtskonform erfüllt einstufen. Die Befundung eines Modells hat nach den erweiterten Ausführungen der Position auf einem Gipsmodell stattzufinden. Ist dies nicht vorhanden, wurde die Leistung nicht entsprechend erbracht, und somit ist die gesamte Planerstellung als Grundlage jeder Behandlung nichtig. Sollte im Laufe oder nach erfolgter Behandlung Widerspruch der Krankenkassen eingelegt werden, so

droht eine Rückzahlung des gesamten Behandlungshonorars.

Ebenso verhält es sich bei den Rechnungen der zahntechnischen Labore. Die Kosten für gedruckte Modelle oder digitale Fertigung von Apparaturen sind nicht im Leistungsverzeichnis enthalten. Die für Bayern mögliche Lösung ist, bei Behandlungsbeginn die Krankenkasse im Behandlungsplan darauf hinzuweisen, dass die Behandlung mit digitalen Workflows durchgeführt werden soll. Allerdings müssen Positionen wie die 7a dann im Rahmen einer Privatvereinbarung erbracht werden. Ebenso müssen die digitalen Laborleistungen privat verrechnet werden. Dies bedeutet einen großen Mehrkostenaufwand für die Patienten.

### Vorteile der Alignerbehandlung

Wie anfangs schon erwähnt, wächst das Interesse der Patientinnen und Patienten an der Alignertherapie enorm. Häufig stehen hier ästhetische Aspekte im Vordergrund. Viele Patienten leiden seit Jahren unter den ästhetischen Beeinträchtigungen ihres Lächelns. Festsitzende Apparaturen kommen für viele dieser Patienten aus verschiedenen Gründen jedoch nicht infrage. Durch die massiven Fortschritte in der Qualität von Alignerbehandlungen besteht heute die Möglichkeit, diesen Patienten unauffällig eine Verbesserung ihrer Situation zukommen zu lassen.

Die Alignertherapie eignet sich jedoch nicht nur zur Verbesserung ästhetischer

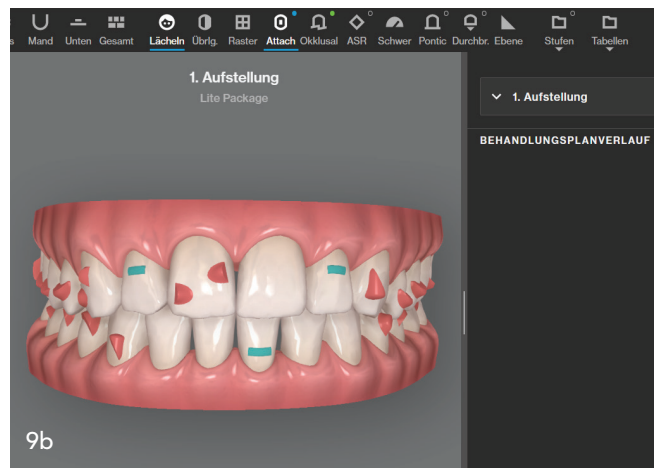


Abb. 9a und b: Alignerplanung mit Visualisierung nach Therapie.

Situationen. Gerade für funktionelle Therapien oder präprothetische Verbesserungen ist die Verwendung von durchsichtigen Schienen ideal. Viele Patienten leiden heutzutage durch Fehlstellung und Fehlbelastung bestimmter Strukturen unter deren Auswirkungen. Nach klinischer und instrumenteller Untersuchung können Aligner bei der Verbesserung der Zahn- und Kieferstellung schnelle und gut planbare Erfolge bringen.

Durch Einführung neuer Materialien ist es möglich, minimalinvasiv zu präparieren. Voraussetzung hierfür ist, dass die zu behandelnden Zähne schon in der nahezu idealen Position stehen. Vorteil einer minimalinvasiven Therapie ist es, dass durch den geringen Substanzabtrag die Zähne geschont werden können. Alignertherapie in Verbindung mit einem Smile Design macht es möglich, das Präparationsausmaß auf ein Minimum zu reduzieren. Es ist heutzutage auch aus forensischen Gründen notwendig, den Patienten vor einer Behandlung über die Möglichkeit der Alignertherapie zur Verbesserung der Situation aufzuklären.

### Marktsituation

Der Trend zur Behandlung mit durchsichtigen Schienen zeigt sich ebenso darin, dass viele Dentalfirmen (Straumann, Dentsply Sirona etc.) mit eigenen Produkten auf den Markt kommen. Es entstehen dadurch aber auch mehr oder weniger seriöse Start-ups. Hier ist es wichtig, diese Entwicklung aus qualitativer Sicht im Auge zu behalten, da – wie ein Urteil aus jüngster Zeit zeigt – nicht überall die zahnärztlichen Mindeststandards eingehalten werden.

Auch in der Behandlung von Kindern und Jugendlichen haben Alignersysteme deutliche Fortschritte gemacht. So ist es heute möglich, schon im Wechselgebiss mit einer Alignertherapie zu beginnen und positiv auf Kieferfehlstellungen einzuwirken. Dies bietet den Vorteil, dass manche Therapieschritte synchron ausgeführt werden können, was die Behandlungsdauer verkürzt und die Compliance der jungen Patienten erhöht.

### Intraoralscanner als Basis der Alignertherapie

Die Grundlage jeder Alignertherapie ist ebenfalls der Intraoralscanner. Mit diesem hat man die Möglichkeit, die Situation mit dem Patienten am Monitor zu besprechen. Einige dieser Geräte bieten die Möglichkeit, eine Simulation des zu erwartenden Behandlungsergebnisses durchzuführen (Abb. 8a–9b). Wichtig ist, dem Patienten mitzuteilen, dass es sich um eine Simulation und nicht um das definitiv zu erwartende Ergebnis handelt. Gerade diese Simulation ist jedoch für den Patienten häufig enorm hilfreich, sich bildlich vorzustellen, wie seine spätere Zahnsituation aussehen wird. In vielen Fällen ermöglicht es dem Patienten, sich leichter für die Durchführung der Therapie zu entscheiden. Das mögliche Ergebnis kann bei Bedarf am Scanner angepasst werden, es können verschiedene Behandlungsoptionen simuliert werden. Das gemeinsam mit dem Patienten erarbeitete Ergebnis kann dann direkt in die Designsoftware der Aligner hochgeladen werden. Die Fertigung der Aligner kann entweder von externen Firmen, aber auch im Eigenlabor durchgeführt werden. Verschiedene Softwareanbieter haben hierzu Lösungen auf den Markt gebracht.

Marktführer im Bereich der Aligner ist die Firma Align Technology mit dem Invisalign® System, das seit 2004 am Markt ist. Mit dem zum System passenden Intraoralscanner iTero Element werden die Scans erstellt und direkt auf die Align Doctor Site, die zentrale Bearbeitungsplattform, hochgeladen. Patientenfotos werden mit dem Handy und einer bestimmten App erstellt und wie der Scan automatisiert in die Align Doctor Site hochgeladen.

Neuere Systeme wie SureSmile®, ClearCorrect® oder SPARK™ haben in den letzten Monaten durch viele Updates Funktionen hinzugewonnen. So ist es bei einigen zum Beispiel schon möglich, 3D-Röntgendaten aus einem DVT in die Behandlungsplanung einzubeziehen.

### Fazit

Zusammenfassend lässt sich klar feststellen, dass eine moderne kieferorthopädi-

sche Behandlung nicht mehr ohne digitale Tools erfolgen kann. Das Verschmelzen digitaler Techniken wie Intraoralscanner, Face Scan, DVT etc. muss firmenübergreifend noch einfacher werden. Weitere technische Möglichkeiten werden in den nächsten Jahren verfügbar sein.

1. Ender A., Zimmermann M., Mehl A.: Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro  
Int J Comput Dent 2019;22(1):11–19.
2. Nulty A B.: Comparison of Full Arch Trueness and Precision of Nine Intra-Oral Digital Scanners and Four Lab Digital Scanners  
School of Dentistry, University of Leeds, Woodhouse Lane, Leeds LS2 9JT, UKA.



### DR. INGO BARESEL

Gemeinschaftspraxis  
Dr. Wolfgang, Dr. Ingo,  
Dr. Jens Baresel  
Obere Bahnhofstraße 22  
90556 Cadolzburg  
Tel.: +49 9103 451  
Fax: +49 9103 5459  
praxis.baresel@googlemail.com  
www.praxis-baresel.de