

Abb. 1:
OnyxCeph^{3™}
CA SMART 3D-
Software.



Ein Beitrag von André Kranzusch, CA DIGITAL GmbH*,
und Dr. Yong-min Jo, Kieferorthopäde aus Mettmann.

Ästhetische Alignerbehandlungen selbst planen und produzieren

Lange Zeit war diese Technologie wenigen Konzernen vorbehalten, die sich durch geschlossene Systeme vor unbeliebter Konkurrenz schützten. Ziel war es daher, ein offenes System zu kreieren, das möglichst viele Anforderungen erfüllt und eine unabhängige Softwarelösung für Labore darstellt.

OnyxCeph^{3™} CA SMART 3D-Planungssoftware

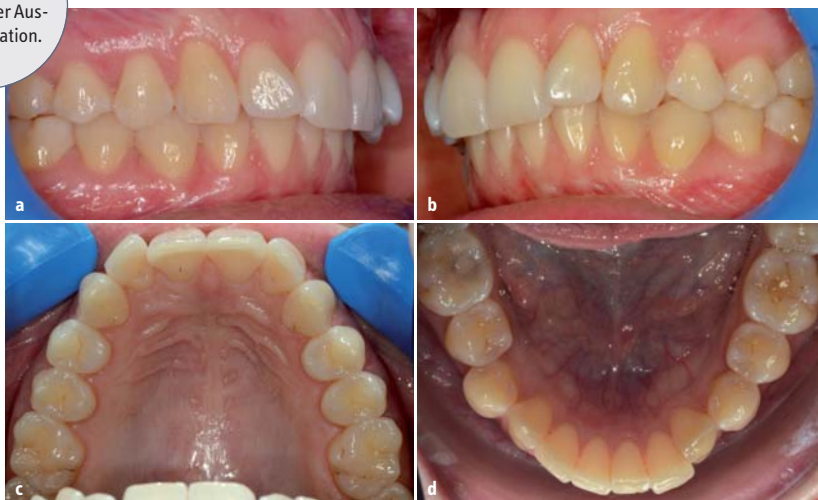
Die ästhetische Zahnkorrektur ist eine der Hauptaufgaben der Firma CA DIGITAL® aus Mettmann. Aligner-Behandlungen haben, nach dortiger Meinung und im Sinne des Patienten, ihre Grenzen. Insofern konzentriert man sich bei CA DIGITAL auf ästhetische Korrekturen im sichtbaren Frontzahnbereich. Die OnyxCeph^{3™} CA SMART 3D, eine Software für die digitale Behandlungsplanung, wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Image Instruments entwickelt, einem deutschen Softwareunternehmen, das seinen Fokus auf kieferorthopädische Anwendungen gelegt hat. Erwähnte Software wird zum Kauf für Praxen und Labore angeboten. Mit ihrer Hilfe sind nicht nur Set-up-Planungen umsetzbar, sondern auch Bracketplatzierungen auf der Malokklusion, die schließlich die Anwendung indirekter Klebetrays ermöglichen.

Anhand eines klinischen Fallbeispiels mit leichter Fehlstellung der Frontzähne wird im Folgenden zunächst ein CA® CLEARALIGNER-Behandlungsverlauf in kurzer, zusammengefasster Form veranschaulicht. Abbildung 2 zeigt dabei die klinische Ausgangssituation. Nach Analyse der Platzverhältnisse sowie der Erstellung eines Therapieplanes wurde der Fall mit vier Behandlungsschritten im Ober- sowie Unterkiefer geplant und anschließend entsprechend durchgeführt. Der Behandlungszeitraum umfasste dabei ca. vier Monate. Durch die Überlagerung zwischen der Start- und Zielsituation (Abb. 3)

wird der erforderliche Bewegungsumfang verdeutlicht. Zusätzlich wurden kleinere Anpassungen der Angulation und Intrusion vorgenommen.

In der digitalen Überlagerung der 3-D-Modelle werden Start- (weiß) und Zielsituation (blau) farblich hinterlegt, um die Bewegung zu visualisieren. Da in diesem Fall keine ap proximale Schmelzreduktion gewünscht war, mussten die frontalen Engstände in beiden Kiefern zunächst aufgelöst werden, bevor eine Ausrichtung der einzelnen Zähne stattfinden konnte. Aufgrund dessen finden während des ersten Schritts eine Protrusionsbewegung

Abb. 2a-c:
Intraorale Aufnahmen der Ausgangssituation.



und in den folgenden Schritten eine Retrusionsbewegung zurück zur Zielsituation statt. Nach viermonatiger Therapie konnte das angestrebte Behandlungsergebnis erreicht werden (Abb. 4).

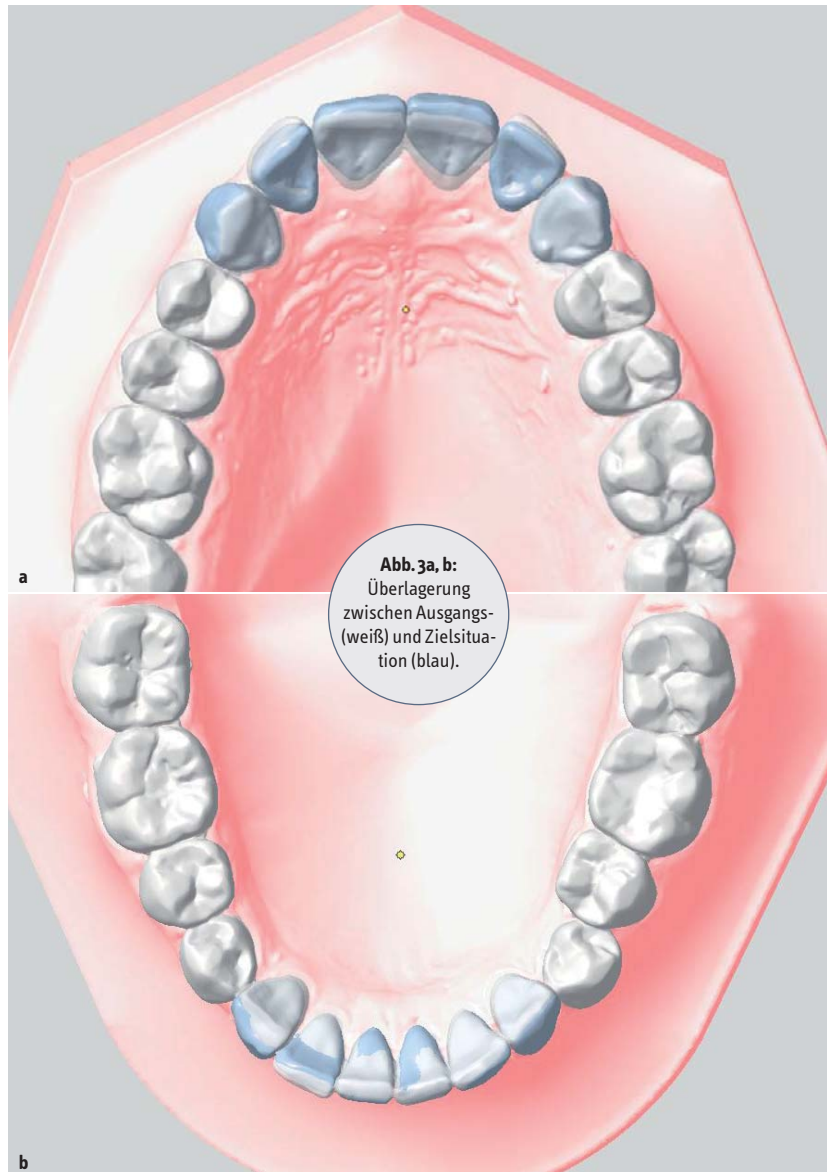
Der digitale Workflow

Das Patientengebiss wird mittels Intraoral-scanner digital gescannt oder der Abdruck via Modellscanner digitalisiert. Durch die besonders präzise digitale Vermessung ist es möglich, die Planung im µm-Bereich genau durchzuführen. Dabei kann die wissenschaftlich fundierte OnyxCeph³™ CA SMART 3D-Software mit einer hohen Genauigkeit Zähne virtuell bewegen. Insofern ist es möglich, ein Behandlungsziel zu planen und die bis zur Erreichung des Ziels erforderlichen Zahnbewegungen anschaulich zu simulieren (Abb. 5, 6). Für jeden Patienten wird ein individuell auf ihn abgestimmtes Ziel geplant, was er gemeinsam a priori digital mit seinem Behandler begutachten kann. Das beauftragende Labor oder die jeweilige Praxis gibt die Planung nach Sichtung der Prognose im Onlineportal frei, woraufhin die Modelle zum Versand an den Kunden für die Herstellung der Aligner produziert werden.

Was ist neu an dem Konzept der digitalen Zahnumstellung?

OnyxCeph³™ CA SMART 3D ist die digitale Erweiterung des bisher analogen, manuell durchgeführten Set-ups. Die Vorgehensweise basiert auf den klinischen CA®-Protokollen des CA LAB®-Systems von SCHEU-DENTAL – Zähne werden ausgeschnitten und nach bestimmten Grenzwerten bewegt. Die Schritte werden auf der Grundlage des Ziel-Set-ups erstellt, indem eine Bewegung der Zähne zum Ziel stattfindet, welche wiederum durch die Grenzwerte der einzelnen Schritte definiert werden.

Für die Bewegung innerhalb der einzelnen Schritte sowie der Zielplanung gibt es maximale Bewegungswerte, die auf wissenschaftlichen Studien von Dr. Pablo Echarri beruhen. Werden diese Grenzwerte überschritten, gibt die Software ein optisches Signal an den Planer des virtuellen Set-ups. Dieses Kontrollinstrument hilft dem planenden Arzt oder Zahntechniker, unrealistische Bewegungen zu verhindern.



Im Gegensatz zu anderen Systemen wird das Ziel nicht automatisch auf die Ausgangssituation heruntergerechnet. Zudem werden nicht alle Steps auf einmal angefertigt, sondern Schritt für Schritt einzeln erstellt. Das ermöglicht mehr Spielraum und eine bessere Kontrolle für die individuelle Gestaltung der Zwischenschritte sowie eine höhere Präzision durch Folgeabdrücke nach maximal drei Behandlungsschritten. Aufgrund der Einzelschritt-Erstellung arbeitet man sich von der Anfangssituation inkrementell zum Ziel. Dabei hilft eine Überlagerung der am Anfang erstellten Prognose, sich über die aktuelle Behandlungssituation zu orientieren. Das CA® Clear Aligner-System sieht zudem vor, dass der Aligner sich am Zahnfleisch verankert

und damit die Verankerung verstärkt. Weiterhin kommen drei unterschiedliche Folienstärken zum Einsatz. Dadurch können die Zähne effektiver und wirksamer in die gewünschte Position bewegt werden. Nur durch eine Planung mit Zwischenabdrücken lässt sich diese Behandlungseffektivität realisieren, da die Zahnfleischsituation sich immer auf dem aktuellen Stand befindet.

Eine realistische Simulation der Zahnfleischbewegung sowie die realistische Bestimmung der Zahnfleischsituation in der finalen Situation sind mit heutiger Software nicht möglich. Daher sind die Aligner von Systemen, die alle Schritte auf einmal berechnen, auch nur bis zu den Zähnen begrenzt und müssen ggf. zusätzlich mit Attachments arbeiten.



Abb. 4a–c:
Intraorale Aufnahmen nach ca. viermonatiger Behandlung.

Besonderheiten der Software

Die Software kommuniziert über Schnittstellen mit diversen Praxisverwaltungsprogrammen und garantiert so einen standardisierten Datenaustausch zwischen Praxen und Dental-laboren. So können beispielsweise Patient-informationen sowie digitale Röntgenbilder von Zweitprogrammen per Mausclick über-mittelt werden.

Zudem werden Schnittstellen zu namhaften 3-D-Scannersystemen, wie z.B. Sirona Omnicam, ständig weiterentwickelt. So können beispielsweise direkt von der Sirona Cerec Ortho Software die Scandaten in die Behandlungssoftware importiert oder an CA DIGITAL zur Erstellung des jeweils gewünschten Produktes gesandt werden.

Datensicherheit

Auch zum Thema Sicherheit beim Datentransfer bietet die Software eine besondere Lösung. Die zu versendenden 3-D-Daten werden in Datencontainern im Internet über FTP-Server abgelegt und mit einem 162 Zeichen langen Zugriffscode geschützt. Die Datencontainer können ausschließlich nur mit der Umstellungssoftware geöffnet werden. In Zeiten steigender Cyberkriminalität sind ein sicherer Datentransfer und die sichere Verwahrung von Daten ein unverzichtbares Qualitätsmerkmal bei der Auswahl der richtigen Software.

Offenes System

Die Offenheit des CA DIGITAL-Systems bietet viele Vorteile gegenüber geschlossenen Systemen. Alle 3-D-Scanverfahren können verarbeitet werden, solange diese STL-Daten generieren. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Daten aus einem intraoralen Scan oder von einem Gipsmodell gescannt wurden. Entscheidend ist, dass die Daten im STL-Format vorliegen. In der Folge kann jede geplante Set-up-Situation als STL-Datensatz exportiert werden, wie z.B. für den 3-D-Druck im eigenen Labor.

Im Gegensatz zu anderen Softwarelösungen konzentriert sich die OnyxCeph³™ CA SMART 3D nicht ausschließlich auf die Alignertherapie, sondern bietet eine Hybridlösung auch für festsitzende Apparaturen (Multibandbehandlungen). Bracketpositionen können dabei automatisch auf den „FA-Punkt“ oder aber individuell positioniert werden (Abb. 7). Die Software basiert auf einer klinisch geprüften Grundsoftware, welche als Medizinprodukt registriert wurde, wobei klinische Analyseverfahren (z.B. Bolton) automatisiert möglich sind. Diese Analyseverfahren haben in Kombination mit den Archivierungsmöglichkeiten besondere Relevanz für Praxen und deren Modellarchiv.

Zwei Softwareversionen – für jeden das Richtige

Dem potenziellen Kunden stehen zwei unterschiedliche Softwareversionen zur Verfügung:

OnyxCeph³™ CA SMART 3D Labor
Hier können alle 3-D-Planungsfunktionen genutzt werden.

OnyxCeph³™ CA SMART 3D Praxis
Grundsätzlich enthält diese Softwarevariante alle Funktionen wie die Laborversion, allerdings mit folgenden Einschränkungen:

- kein STL-Datenexport möglich, z.B. zum Drucken mit eigenem 3-D-Drucker
- keine Planung eines kompletten Set-ups möglich, lediglich Korrekturen an bestehender Set-up-Planung, die vom Labor vorgegeben wurde.
- keine automatisierte Vermessung von 3-D-Daten

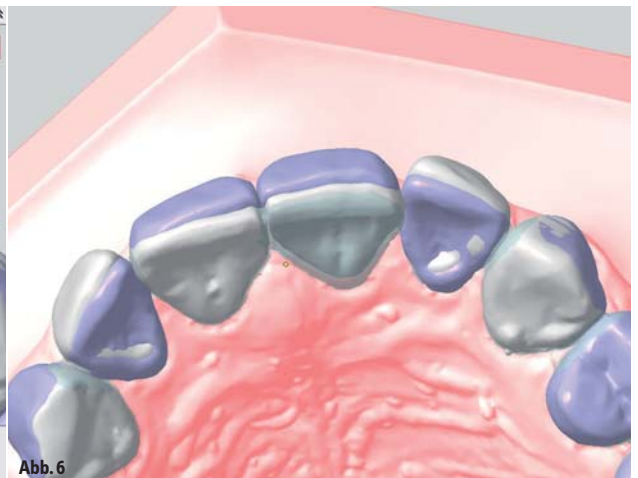
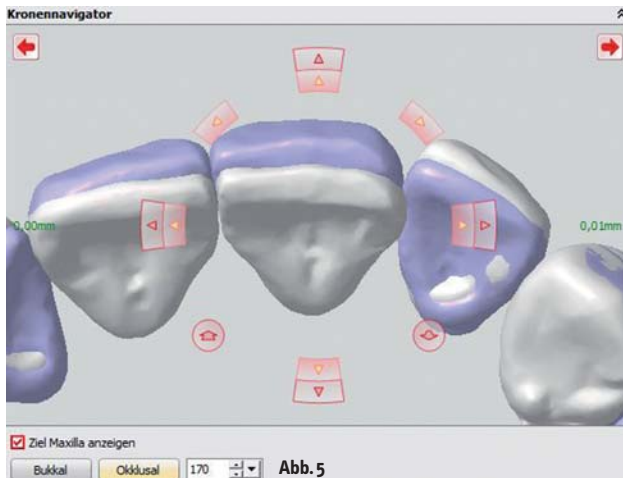


Abb. 5: Kronennavigator zur Bewegung der Zähne.– **Abb. 6:** Darstellung von Ausgangssituation (petrol), Schritt 1 (weiß) und Zielokklusion (lila).

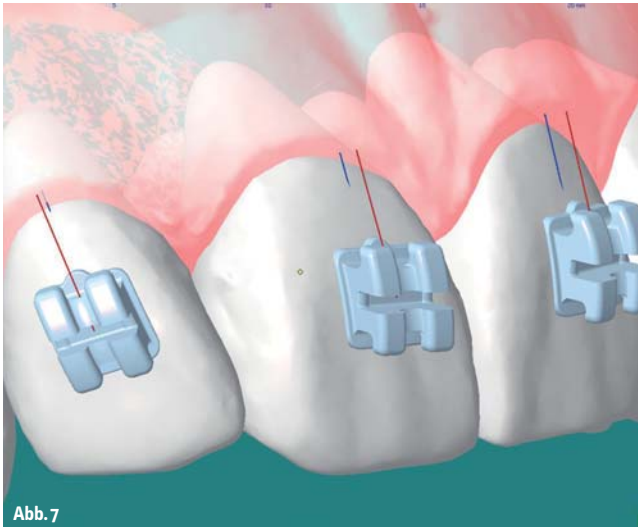


Abb. 7

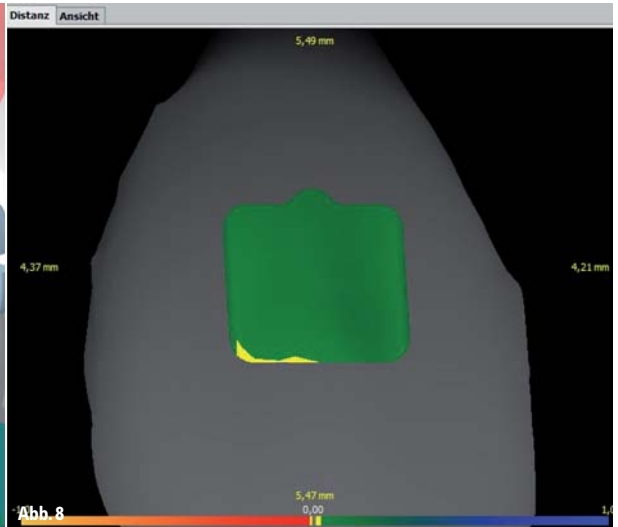


Abb. 8

Abb. 7: Digitale Bracketplatzierung. – Abb. 8: Genaue Positionsbestimmung über Bewegungspanel.

Interessenten können die Software für maximal vier Wochen kostenlos testen. Dafür ist jedoch geeignete Hardware vonseiten des Kunden im Vorfeld erforderlich. Um die Software erfolgreich nutzen zu können, ist die Teilnahme an Schulungen unabdingbar. Entsprechende Schulungs- sowie Demonstrationen werden von CA DIGITAL angeboten. Sollte die OnyxCeph^{3™} Software in einer geeigneten Variante bereits beim Kunden vorhanden sein, kann ergänzend das CA-Smart 3D-Modul erworben werden.

Produktion mit dem 3-D-Drucker

Am Ende der digitalen Produktionskette steht der dreidimensionale

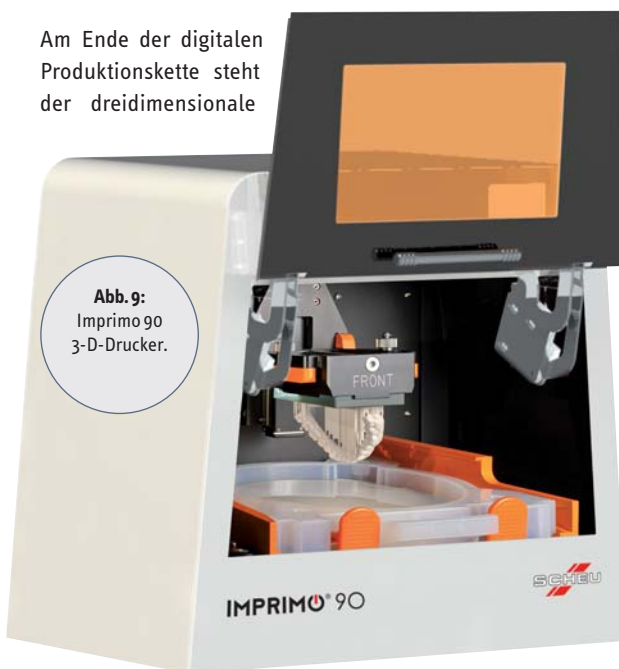


Abb. 9: Imprimio 90 3-D-Drucker.

Druck. Die geplanten und exportierten Datensätze werden beschriftet und im Drucker als STL-Daten in einem virtuellen Bauraum positioniert. Beim in Abbildung 8 dargestellten IMPRIMO[®] 90-Drucker (Fa. SCHEUDENTAL) können Modelle bis zu einer Bauhöhe von 100 mm platziert werden. Nach und nach werden dabei die einzelnen Schichten (25 bis 100 µm) in Methacrylat-basiertem Harz ausgehärtet und es entsteht das gedruckte 3-D-Modell, auf dem die geplanten Produkte hergestellt werden können. Damit sind alle Produktionsprozesse im eigenen Labor kosteneffizient umsetzbar.

CA DIGITAL wird in naher Zukunft auch als Druckdienstleister für seine Kunden zur Verfügung stehen. So können STL-Daten im Bestellprozess auf der Homepage hochgeladen und vom Kunden mit einem Druckauftrag versehen werden. Die Daten werden dann der angelieferten Planung entsprechend gedruckt und direkt ausgeliefert.

Fazit

Auch in naher Zukunft wird es keine Software geben, die auf Knopfdruck das perfekte Set-up automatisch erstellt. Hierzu bedarf es nach wie vor

eines geschulten Technikers, der durch eine kieferorthopädische Ausbildung das Behandlungsziel planen kann. Mit den an individuellen Anforderungen ausgerichteten und somit geeigneten digitalen Planungs- und Produktionshilfen ist es jedoch einfacher und schneller möglich, zum perfekten Ziel zu gelangen und die volle Kontrolle über die Behandlungsschritte in den eigenen Händen zu behalten. CA DIGITAL arbeitet kontinuierlich an weiteren Anwendungsfeatures in der OnyxCeph^{3™} CA SMART 3D-Software, die in Form von Updates allen Anwendern zur Verfügung gestellt werden.

* Fa. CA DIGITAL GmbH, www.ca-digit.com

Kurzvita



Dr. Yong-min Jo
[Autoreninfo]



André Kranzusch
[Autoreninfo]