



Dr. Michèle Fuchs



ZTM Matthias Peper

Digitale Behandlungsplanung bei Klasse III mit frontalen Engständen



Abb. 1a und b: Gesichtsfotos des Patienten, Front und Profil. **Abb. 1c:** Gesichtsfoto des Patienten lächelnd. **Abb. 2a und b:** Fernröntgenseitenaufnahme (a) und Orthopantomogramm (b) der Ausgangssituation. (Fotos: © Dr. Michèle Fuchs)

← Seite 1

vorn schiefes Durchschnittsgesicht, ein vergrößertes unteres Gesichtsdrittel und eine positive Lippentreppe (Abb. 1a–c).

Die radiologische und klinische Analyse ergab eine dental kompensierte Klasse III mit mesialbasaler Schädelkonfiguration (Wits –4,7 mm) bei prognather Maxilla (SNA 84°) und prognather (SBA 81,5) sowie metrisch verlängerter Mandibula und dolichofaziale Gesichtsschädelaufbau (Abb. 2a und b).

Klinisch zeigte sich eine Neutralokklusion und gute Interkuspitation im Bereich der Molaren beidseits. Der Patient wies einen insbesondere anterior akzentuierten transversalen Schmalkiefer mit ausgeprägten primären und sekundären Engständen im Ober- und Unterkiefer auf. Ferner zeigten sich ein frontaler Kreuzbiss mit Zwangsbisskomponente und einer alveolären Mittellinienverschiebung im Unterkiefer nach rechts sowie ein frontal offener Biss bei persistierendem viszeralem Schluckmuster (Abb. 3a–e und 4a–e). Zudem zeigten sich Rezessionen der Zähne 13, 33 und 43 bei tendenziell dünnem gingivalem Phänotyp. Die funktionelle Analyse ergab eine Druckdolenz im Bereich des dorsalen Kiefergelenks sowie ein terminales Knacken bei anamnestisch beschriebener moderater Beschwerdesymptomatik. Aufgrund der CMD-Problematik wurde der Patient initial mit einer Zentralschiene behandelt, um eine neuromuskuläre Entlastung zu erhalten. Schmerzfreiheit erlangte der Patient in der zentrischen Position 1,25 mm ventral der initialen habituellen Interkuspitation, sodass diese Position als therapeutische Zielposition gewählt wurde (Abb. 5a und b, 6–8 sowie 9a und b).

Abb. 3a–e: Intraorale Aufnahmen der Ausgangssituation: Ausgeprägter transversaler Schmalkiefer im Ober- und Unterkiefer (insbesondere im Bereich der Prämolaren), primäre und sekundäre Engstände, Kreuzbiss und Kopfbiss im Frontzahnbereich. (Fotos: © Dr. Michèle Fuchs) **Abb. 4a–e:** Klinische Ausgangssituation in der ClinCheck®-Software. (Fotos: © Align Technology Inc.)

Nach ausführlicher Auswertung der diagnostischen Unterlagen wurde der Patient über folgende Behandlungsoptionen aufgeklärt: 1. kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationstherapie mit Rück-

kiefer, Ausbleiben des Behandlungserfolges z. B. bei Non-Compliance entschied sich der Patient für die Alignerbehandlung (Invisalign® System) mit einem Behandlungszeitraum von ca. zwei Jahren.

„Bei gut durchdachter digitaler Planung hat sich auch die Klasse III-Therapie in der Alignerorthodontie etablieren können.“

verlagerung des Unterkiefers und chirurgischer Gaumennahtweiterung im Oberkiefer; 2. rein kieferorthopädische Behandlung mittels Multibracketapparat/Lingualbehandlung und 3. rein kieferorthopädische Behandlung mittels Aligner. Nach umfangreicher Aufklärung (ggf. Verschlechterung der vorbestehenden Rezessionen infolge der transversalen Erweiterung im Ober-

Digitale Behandlungsplanung

Bei der digitalen Behandlungsplanung lag die Schwierigkeit in der von der Zentrik abweichenden habituellen Interkuspitation, weil die exakten Werte der Abweichungen in die Behandlungsplanung miteinbezogen werden mussten. Da der genaue Wert der Differenz zwi-

schen Zentrik und habitueller Interkuspitation ermittelt worden war, konnten wir unsere Strategie nun in den digitalen Behandlungsplan einprogrammieren. Diese optimale Strategie wurde wie folgt mit dem Techniker kommuniziert:

Technikerkommunikation

Semisequenzielle Distalisation 50 Prozent im UK um 1,75 mm beidseitig (Abb. 7)

Die Analyse mit der Zentralschiene hatte ergeben, dass der Unterkiefer sich um 1,25 mm nach ventral bewegen wird. Eine Überkorrektur der Distalisation um 0,5 mm wurde programmiert, da das klinische Ergebnis erfahrungsgemäß leicht unterkorrigiert sein würde. Zusätzlich wurde ein minimaler vertikaler Jump eingeplant, welcher wiederum auch einen leichten Effekt auf die sagittale Stufe haben würde. Des Weiteren wurde im Bereich der unteren Prämolaren die Bewegungsgeschwindigkeit reduziert, da hier die Expansion zeitgleich umgesetzt wird (Abb. 8).

Außerdem musste darauf geachtet werden, ein leichtes Tipp-Back mit einzuprogrammieren. Die Bewegung wurde also nicht rein translatorisch geplant, vielmehr sollte der distale Kronentipp stärker ausgeprägt sein als die Wurzelbewegung. Dies diente zum einen dazu, durch die einfachere Umsetzbarkeit dieser Bewegungsart den gesamten Behandlungsplan vorhersehbarer zu gestalten. Zum anderen sollte zugleich die bei der Distalisation nötige Molarenaufrichtung exakt gesteuert werden können.

Posteriore semisequenzielle Intrusion 50 Prozent von 7 bis 5 um jeweils 0,4 mm im UK synchron zur Distalisation

Posteriore Intrusionen lassen sich gut umsetzen, wenn diese ebenfalls



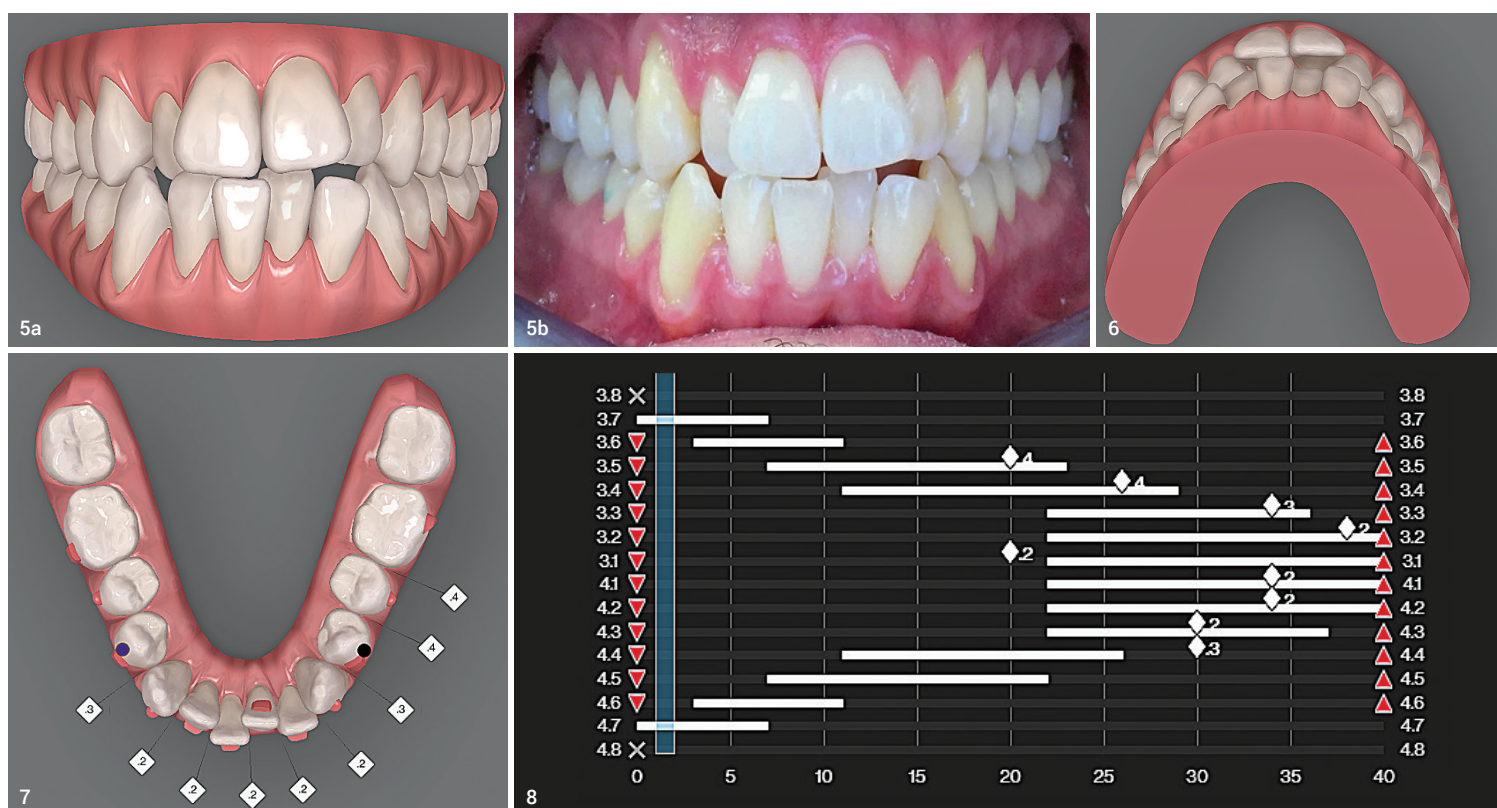


Abb. 5a: Ausgangssituation nach Aufbiss-schienenbehandlung. (Foto: © Dr. Michèle Fuchs) **Abb. 5b und 6:** Ausgangssituation in der ClinCheck®-Software: frontale Ansicht (5b) und Overjet (6). **Abb. 7:** Semisequenzielle Distalisation (50 Prozent) im Unterkiefer um 1,75 mm beidseitig. Beachte: Bei Klasse III-Kompensation und Distalisation im Unterkiefer wird nie mit einem „Ästhetik-Start“ (Frontzahnbewegungen während der Distalisation) gearbeitet. **Abb. 8:** Im Bereich der UK-Prämolaren wird die Bewegungsgeschwindigkeit reduziert, da gleichzeitig die Expansion mit eingearbeitet wird. (Fotos: © Align Technology Inc.)

semisequenziell, synchron zur Distalisation geplant werden.

AP-Sprung des UK nach anterior um 1,25 mm

Um dem Unterkiefer genügend Freiraum für die leichte Autorotation zu

verschaffen, wurde zunächst eine starke positive sagittale Stufe eingeplant. Hierbei ist es unumgänglich, im ClinCheck® genau zu überprüfen, dass nach dem Sprung keine anterioren Kontakte vorhanden sind (Abb. 9a und b).

Der AP-Sprung erfolgte in Kombination mit:

Vertikaler Sprung von exakt 0,4 mm

Um diesen Wert wurde während der Unterkieferdistalisation auch intrudiert. Die Abfolge der UK-Di-

stalisation war also eine Kombination aus Distalisation und *leichter* Intrusion (Abb. 10a–c, 11a–c). Achtung! Beim Einplanen von vertikalen Sprüngen sollte immer auch die sagittale Dimension berücksichtigt werden!

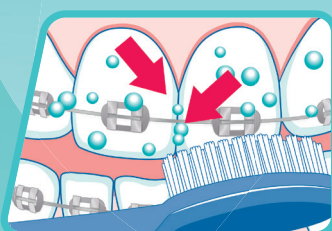
ANZEIGE

Exklusive nachhaltige Komplettpflege für Zähne und Zahnfleisch

OHNE
MIKROPLASTIK

MEDIZINISCHE SPEZIAL-ZAHNCREME MIT NATUR-PERL-SYSTEM

- ✓ ideal für Träger von Zahnspangen
- ✓ optimale Reinigung bei minimaler Abrasion (RDA 32)
- ✓ für die 3× tägliche Zahnpflege
- ✓ Doppel-Fluorid-System (1.450 ppmF)
- ✓ für natürliches Zahnweiß



DAS PERL-SYSTEM

Kleine, weiche, zu 100 % biologisch abbaubare Perlen rollen Beläge einfach weg; schonend für Zähne und Umwelt – ohne Mikroplastik.

JETZT PROBEN ANFORDERN

Bestell-Fax: 0711 75 85 779-71

Bitte senden Sie uns kostenlos:

☐ ein Probenpaket mit Patienteninformationen

Praxisstempel, Anschrift

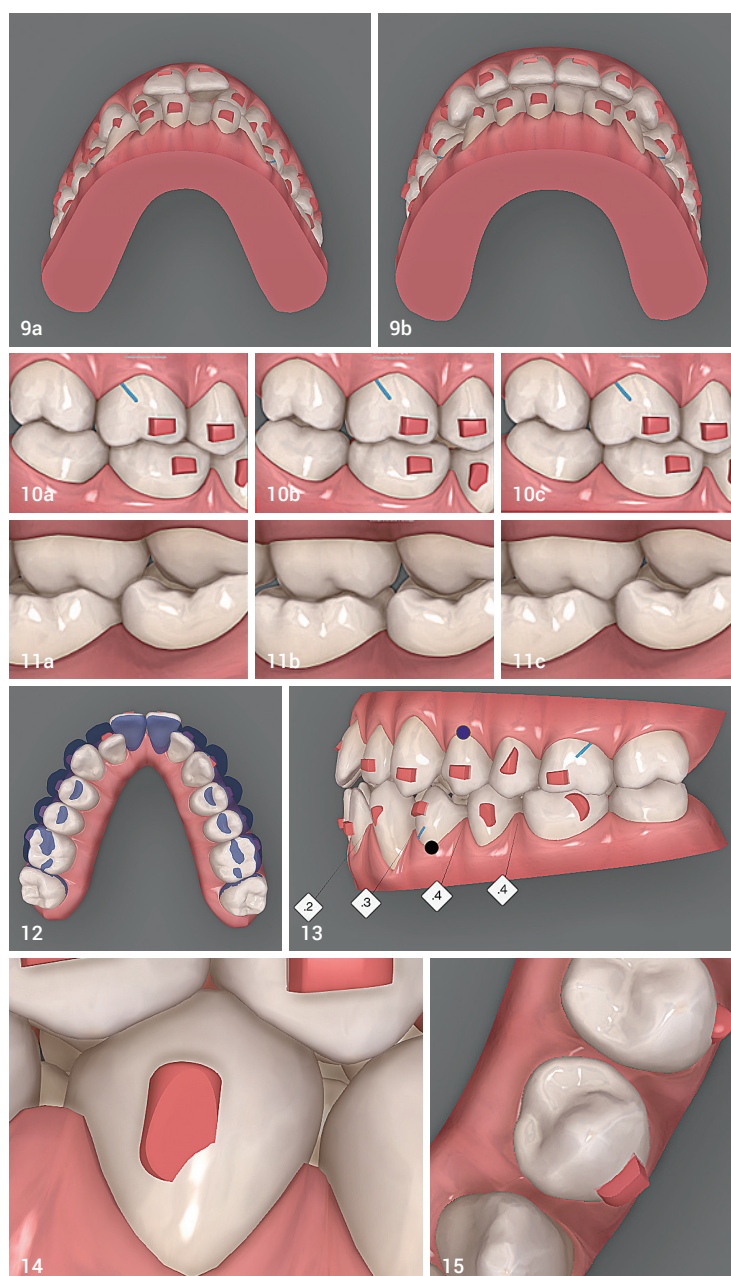
Datum/Unterschrift

KN Februar 21



Dr. Liebe Nachf. GmbH & Co. KG
D-70746 Leinfelden-Echterdingen
bestellung@pearls-dents.de

Abb. 9a: Ausgangssituation. **Abb. 9b:** Leicht vergrößerte sagittale Stufe, auch nach AP-Jump (wichtig!). **Abb. 10a–c und 11a–c:** Ausgangssituation (a), vor AP und vertikalem Sprung (b) sowie Endposition (c). Es ist gut zu erkennen, dass hier nur ein leichter vertikaler Sprung eingepant ist. Die Interkuspidation sollte stets aus dieser Perspektive kontrolliert werden. **Abb. 12:** Expansion im Oberkiefer. Durch die Überlagerung ist gut zu erkennen, dass die 7er während der Expansion der 3er, 4er, 5er, 6er nach palatal/lingual bewegt werden. Zum einen ist die Expansion somit besser umsetzbar und zum anderen hat diese Kraft eine leichte protrusive Wirkung auf die OK-Front, womit der Frontzahnretraktion ein wenig entgegengewirkt werden kann. **Abb. 13:** Klasse III-Gummizug-Einschnitte (der untere erste Prämolare musste derotiert und extrudiert werden). **Abb. 14:** Platz für Rotation Zahn 34. **Abb. 15:** Auflösen von approximalen Mikrokollisionen/ Erstellen von Ausrichtungsstufen. (Fotos: © Align Technology Inc.)



Simultane Expansion im OK über die gesamte Behandlungslänge/0,3 mm Lingual-/Palatinalbewegung der 7er

Hier war es wichtig, dass die 7er weder im Oberkiefer noch im Unterkiefer expandiert, sondern im Gegenteil sogar um 0,3 mm nach lingual bewegt wurden. Diese Bewegung diente der reziproken Kraftübertragung, da der Expansions-effekt im Prämolarenbereich sowie im Bereich der 6er somit deutlich besser übertragen wird (Abb. 12). Während der Expansion sollte ein leicht verstärkter bukkaler Wurzeltorque durchgeführt werden. Auch dieser ist als Überkompensation zu verstehen, damit die Expansionskräfte optimal übertragen werden können.

Klasse III-Precision-Cuts von OK-6er auf UK-4er

Da die unteren ersten Prämolaren mesial einrotiert werden mussten, hätten sich hier auch sehr gut Knöpfchen geeignet, die der Patient jedoch nicht akzeptierte. Aus diesem Grund wurden Einschnitte für das Tragen von Klasse III-Gummizügen geplant. Zu beachten ist an dieser Stelle, dass sich durch das Tragen der Gummizüge ein leichter negativer Effekt in Bezug auf die Vertikale aufbaut, da in dieser Planung mit posteriorer Intrusion gearbeitet wird. Allerdings sind die Elastics für eine ausreichende Verankerung unabdingbar für die Distalisation im Unterkiefer. Da hier jedoch die unteren 4er leicht extrudiert und nur die 5er, 6er und 7er 0,4 mm intrudiert werden sollten, konnte diese Strategie erfolgreich angewandt werden (Abb. 13).

Auflösung von approximalen Mikrokollisionen/Erstellung von Ausrichtungsstufen/Mobility Effect

Um dem Zahn 34 ausreichend Platz für die entsprechende Bewegung zur Verfügung zu stellen, war es unabdingbar, dass für alle Rotationsbewegungen zunächst die Approximalkontakte aufgelöst wurden (Abb. 14 und 15). Überhaupt gilt bei Rotationen, stets ausreichend Platz für diese Bewegungen zu schaffen. So ist darauf zu achten, dass während der einzelnen Rotationsbewegung mesial und distal kein Kontakt zu sehen ist.

Attachment-Management

Die SmartForce-Features und voraktivierten Attachments von Align Technology Inc. eignen sich hervorragend für gewünschte Einzelzahnbewegungen und sollten grundsätzlich für notwendige komplexe Einzelzahnbewegungen belassen werden. Wie aus den klinischen Präferenzen zu sehen ist, wird vom Behandler bei Verankerungsstrategischen Fragen jedoch erwartet, selbstständig Verankerungsattachments einzuplanen (Abb. 16).

Im Falle einer Rotation mit entsprechender Auslöseschwelle von 5 Grad wird automatisiert durch die Softwarealgorithmen auf allen Zähnen (außer obere Inzisivi, untere Frontzähne und 8er) ein optimiertes Rotationsattachment gesetzt (Abb. 17). Im Falle einer Extrusion mit entsprechender Auslöseschwelle von 0,5 mm wird automatisiert auf allen Zähnen (außer 8er) ein optimiertes Extrusionsattachment von der Software gesetzt (Abb. 18).

Bei der Retentionsplanung ist der Behandler in der Verantwortung, für ausreichend Verankerungsattachments zu sorgen. Aus diesem Grund haben wir in diesem Fall zusätzliche Verankerungsattachments eingepant (Abb. 19). Grundsätzlich jedoch sind die von den Softwarealgorithmen berechneten SmartForce-Attachments ausreichend. Die optimierten Attachments auf den oberen lateralen Inzisivi wurden bewusst ausgetauscht (Abb. 20–22), da sie bedingt durch die kleine klinische Krone und grazile Wurzel oft ungewollt intrudieren. Um sie in ihrer Position zu halten und den Kreuzbiss zu korrigieren, wurden sie mit horizontalen, rechteckigen, leicht abgeschrägten Attachments, die

leicht inzisal platziert wurden, versehen.

Für die Umsetzung von Einzelzahnbewegungen ist es sinnvoll, mit den optimierten Attachments zu arbeiten. Die Abbildungen 23 und 24 zeigen auf den Zähnen 13, 25, 35, 33, 43, 45 jeweils ein optimiertes Rotationsattachment. Diese sind für die entsprechende Rotation voraktiviert und eignen sich hervorragend, da sie das entsprechend benötigte Drehmoment optimal auslösen.

Im Bereich 34 und 44 wäre ein optimiertes Rotationsattachment anzubringen, da diese Zähne leicht derotiert werden sollten. Die Attachmentpositionierung wäre hier jedoch zu dicht an den Einschnitten der Precision Cuts gewesen. Daher wurden stattdessen horizontal rechteckige Attachments platziert, welche ebenfalls die korrekte Zugrichtung ermöglichen. Statt an den unteren Eckzähnen wurden die Klasse III-Gummizug-Einschnitte bewusst an den ersten Prämolaren angebracht, um auch die Disto-in-sowie Mesio-out-Rotation des Zahnes gut umsetzen zu können.

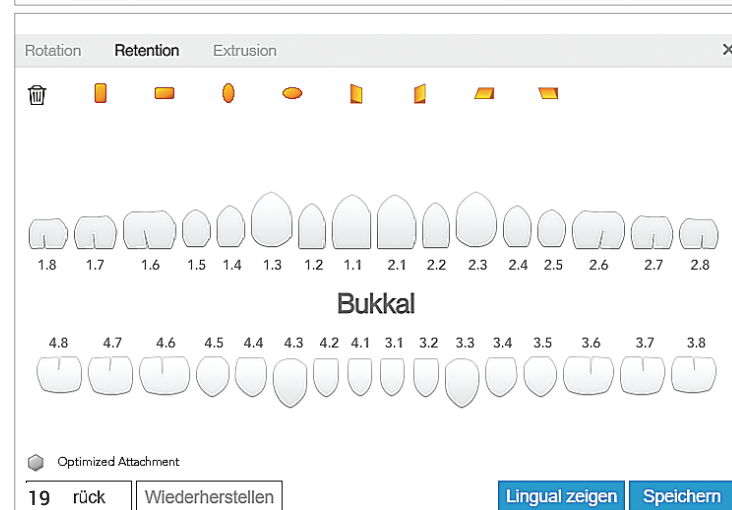
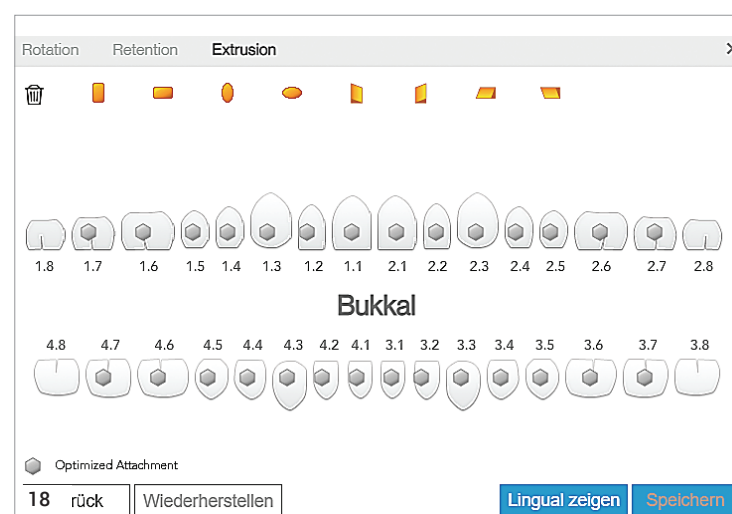
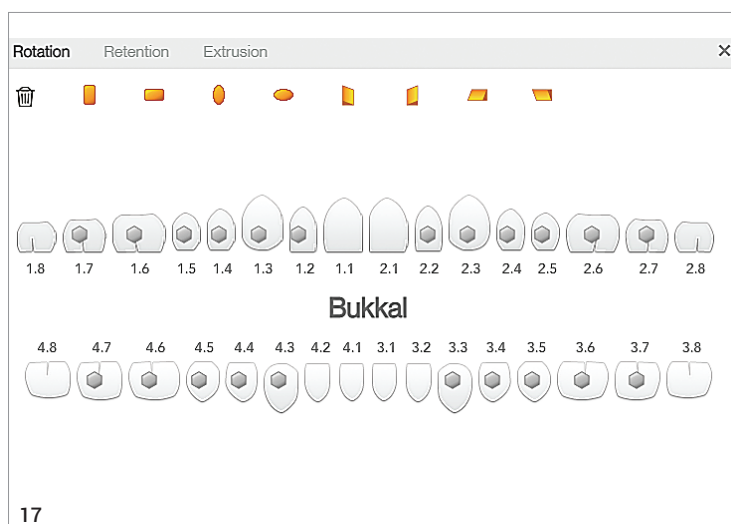
Für die Gesamtverankerung sind auf den Zähnen 14, 15, 16, 23, 24, 26, 32, 41, 42 und 46 horizontal rechteckige, abgeschrägte 3 mm-Attachments geplant worden. Anzumerken sei hier, dass keine Rotations-, Wurzelaufrichtungs- oder Extrusionsbewegungen eingepant wurden. Die Attachments dienen der Gesamtverankerung.

Auf Zahn 36 wurde ein Optimized Multiplane Attachment eingepant, zur Unterstützung der Distalisationsbewegung. Um ein Gleichgewicht zwischen genügend Verankerung und dem Wohlbefinden des Patienten sicherzustellen, wurde bei 37 und 47 auf Attachments ver-

Abb. 16: Klinische Präferenzen. **Abb. 17:** Rotationsbewegung mit Auslöseschwelle von 5 Grad. **Abb. 18:** Extrusionsbewegung mit Auslöseschwelle von 0,5 mm. **Abb. 19:** Für die Retention muss vom Behandler für ausreichend Verankerungsattachments gesorgt werden. Viele Behandler setzen hier direkt in den Präferenzen schon Attachments auf die OK-2er und alle 6er, um eine ausreichende Verankerung sicherzustellen. (Fotos: © Align Technology Inc.)

Attachments [Weitere Informationen](#)

16 [Attachment-Benutzeroberfläche](#)



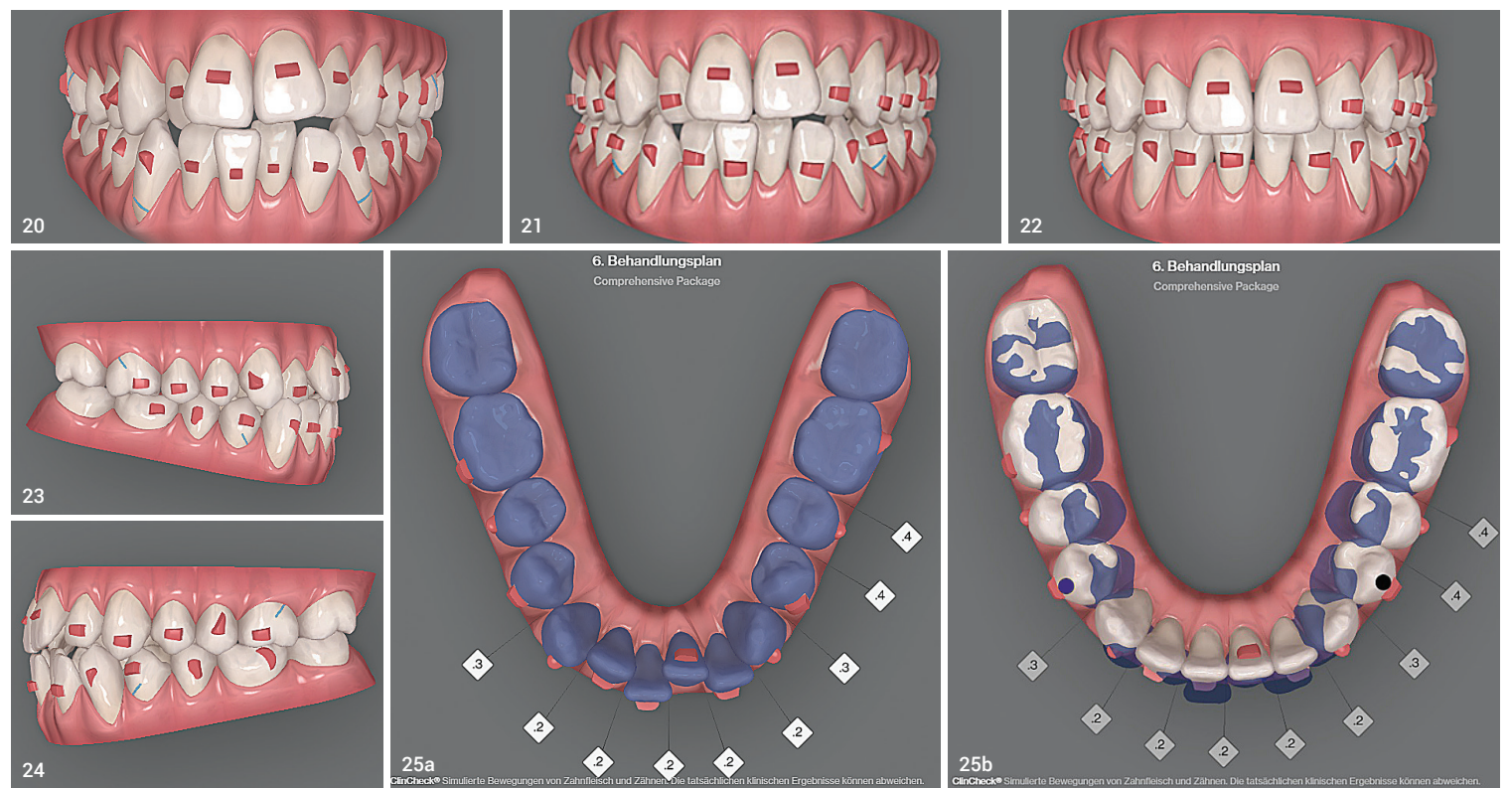
richtet. Da die Bewegung der 7er nicht rein translatorisch, sondern mit einem leichten Tipp-Back einprogrammiert und der Aligner im Bereich 36, 46, 35, 45, 34 und 44 gehalten wird, sollte der Aligner die Distalisation im Bereich 37 und 47 optimal umsetzen können.

Zahn 31 sollte weitgehend in seiner Position gehalten werden. Zu Verankerungszwecken wird hierfür von der Software nicht automatisiert ein Attachment vorgeschlagen. Wir haben ein Attachment lingual angebracht (Abb. 25), da im Unterkiefer nicht ausreichend Platz vorhanden war, das Attachment horizontal, bukkal anzubringen, und da sich die Aligneranpassung schwierig gestaltet hätte. Ohne Attachment würde der Zahn 31 mit hoher Wahrscheinlichkeit intrudieren (durch eine zu starke Kompressionswirkung auf den Aligner kann es oft vorkommen, dass Zähne ungewollt intrudieren, sie müssen daher entsprechend gehalten werden). Da das Attachment bukkal aufgrund von Platzmangel nicht anzubringen war, wurde eine linguale Platzierung geplant.

Behandlungsfortschritt

Die ersten beiden Aligner wurden nach jeweils 14 Tagen gewechselt. Beim anschließenden Monitoring wurde eine sehr gute Patientenmitarbeit festgestellt – der Vergleich der entsprechenden Stufe im ClinCheck®-Behandlungsplan mit der klinischen Situation zeigte eine gute Übereinstimmung.

Bei der Insertion des dritten Aligners konnte festgestellt werden, dass sich distal der unteren 6er wie geplant eine Lücke geöffnet und sich der untere 7er nach distal bewegt hatte. Bei Fällen mit guter Compliance lassen wir die Patienten die Aligner nach jeweils zehn Tagen wechseln. Nach drei Alignerstufen bestellen wir die Patienten zum Monitoring ein. Wenn sich nach insgesamt sechs Alignerstufen die Mitarbeit nicht verschlechtert hat, überlegen wir uns meist, ob nicht ein Alignerwechsel in noch kürzeren Intervallen möglich wäre. In diesem Fall haben wir uns jedoch dagegen entschieden, da Distalisationen im Unterkiefer aufgrund der kortikalen Knochenstruktur nach un-



serer Erfahrung schlechter vorhersehbar sind als im Oberkiefer.

Nach der sechsten Alignerstufe kommen die Patienten bei uns alle acht Wochen zum Monitoring.

Die Phase, in der die Kreuzbissüberstellung im Frontzahnbereich stattfindet, ist meist schwierig für den Patienten, weil er – sobald der Aligner nicht getragen wird – Frühkontakte im anterioren Bereich aufweist. Doch durch die Alignerstärke von 0,75 mm pro Schiene, also einer Gesamtstärke von 1,5 mm posteriorer Disklusion, ist während des Tragens meist jedoch kein Problem feststellbar. Obwohl es im ClinCheck® so aussieht, als würden die Zähne ineinander bewegt werden, reicht die posteriore Bissperrung von 1,5 mm für die Frontzahn-Kreuzbissüberstellung aus, da die Zähne klinisch bereits diskluert sind.

Der Patient wurde darauf hingewiesen, dass ohne die Aligner Frühkontakte auftreten würden, wodurch die Compliance des Patienten zusätzlich gesteigert wurde, da dieser sich mit den Alignern in situ wohler fühlte. Der anteriore Kreuzbiss war bei Stufe 24 bereits vollständig überstellt. Im weiteren Verlauf wurde der Frontzahnkreuzbiss vollständig aufgelöst.

Tipp zum Umgang mit ASR

Die Invisalign®-Software plant eine approximale Schmelzreduktion immer erst dann ein, wenn der Behandler optimal in die Approximalbereiche gelangen kann. Somit kann es vorkommen, dass (wie auch in diesem Fall), die ASR im Unterkiefer erst zu einem relativ späten Zeitpunkt geplant ist (hier erst gegen Aligner 29). Insbesondere wenn ein extremer Engstand vorliegt, öffne ich die Approximalkontakte trotzdem präventiv bereits bei Stufe 1, und zwar mit roten 0,1 mm Strips, direkt nach Anbringen der Attachments. Selbst im Oberkiefer, wo die Software überhaupt keine ASR mesial und distal der 2er eingeplant hatte, öffnete ich vorsichtig die Approximalkontakte, um gerade den lateralen Inzisivi ausreichend Platz zu gewährleisten. Hier besteht häufig das Problem, dass sie intrudieren, weil zu viel Kompressionskraft auf die gesamte Front wirkt.

Zwischenergebnis

Die Mitarbeit des Patienten war bislang hervorragend. Bei jedem Monitoring wurden die Approximalkontakte, besonders mesial und distal

der oberen lateralen Inzisivi, kontrolliert, und der Patient konnte die Aligner bis zum Ende ohne Schwierigkeiten tragen. Abbildung 26 zeigt die klinische Situation nach Umsetzung der digitalen Behandlungsplanung (welche die Distalisation im Unterkiefer, die Kreuzbissüberstellung im Frontzahnbereich, die Expansion und das Ausformen der Zahnbögen umfasste) und vor der Feineinstellung. Die Analyse und Planung des Refinements, für das weitere acht Stufen geplant wurden, stellen wir in Teil 2 dieses Fallberichts dar.

kontakt



Dr. Michèle Fuchs
MVZ für Kieferorthopädie
Dr. Fuchs & Kollegen
Bahnhofstraße 17
71638 Ludwigsburg
Tel.: +49 7141 99075-0
rezeptionfuchs@googlemail.com
www.dres-fuchs.de



ZTM Matthias Peper
inviSolution GmbH
Treatment Planning Service
Händelstraße 31, 50674 Köln
Tel.: +49 221 99409965
info@invisolution.de
www.invisolution.de

Abb. 20: Die automatisch berechneten SmartForce- oder auch optimierten Attachments (ClinCheck® #1). **Abb. 21 (Ausgangssituation) und 22 (Endposition):** Individualisierte Attachmentplanung mit ausgetauschten/zusätzlichen Attachments (bestätigter ClinCheck®). **Abb. 23 und 24:** Optimierte Rotationsattachments. **Abb. 25a und b:** Linguale Anbringung des Attachments an 31. Die Überlagerung zeigt, dass der Zahn weitestgehend in seiner Position gehalten wird. (Fotos: © Align Technology Inc.)



Abb. 26a–e: Intraorale Ansicht vor Refinement-Beginn. Durch die detaillierte und exakte Planung und die gute Compliance des Patienten sind nur noch Feinheiten zu korrigieren. (Fotos: © Dr. Michèle Fuchs)