

# Behandlung von Engständen im unteren Frontzahnbereich durch interproximale Reduktion oder Extraktion von Schneidezähnen

Von Dr. Rafi Romano und Dr. Lihi Keren.

Engstände im unteren Frontzahnbereich sind wahrscheinlich der häufigste Grund, warum Patienten kieferorthopädischen Rat suchen. Das Problem verstärkt sich häufig im Laufe der Zeit

durch Abrasion und Attrition der unteren Schneidezähne, insbesondere bei einem Tiefbiss, der zu erhöhten vertikalen und horizontalen Kräften in diesem Bereich führt. Hauptursache für

eine Zunahme dieser Malokklusion ist eine fortschreitende physiologische Verringerung des Zahnbogenumfangs.<sup>1</sup> Es kann eine signifikante Korrelation zwischen dem Ausmaß des Engstandes der unteren Schneidezähne und ihrer Abstützung im ortsständigen Alveolarfortsatz beobachtet werden.<sup>2</sup>

Mit zunehmendem Alter und Schwächung der Gesichts- und Lippenmuskulatur ergibt sich ein ästhetisches Problem: Die Lippen legen diese Zähne tendenziell deutlicher frei, sodass die Zähne im Unterkiefer den Eindruck des Lächelns stärker dominieren und der Engstand auffälliger wird.<sup>3</sup> Ferner führt ein Engstand zu parodontalen Problemen, da Plaque und in der Folge Zahnstein nur schwer zu entfernen sind und auch die Knochenstützung um die eng stehenden Zähne fehlt.<sup>4,5</sup>

In der Wahrnehmung der Patienten ist der Engstand das Hauptproblem oder vielleicht sogar das einzige Problem. Diagnostisch stellt sich aber nicht selten heraus, dass der anteriore Engstand die gesamte Okklusion verändert hat. Die Behandlung erfordert daher in der Regel die Einbeziehung beider Zahnbögen, um eine ausgewogenere und stabilere Okklusion zu erreichen.

Für die Korrektur eines anterioren Engstandes im Unterkiefer stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

## 1. Distalisierung

Platz im Frontzahnbereich durch Distalisierung von Molaren zu schaffen,



**Abb. 1a und b:** Frontalansicht der Zahnreihen (geschlossen), Fall 1 (a) und Fall 2 (b). In beiden Fällen liegt ein moderater bis schwerer Engstand im unteren Frontzahnbereich vor; Zahn 31 ist lingualisiert. **Abb. 2a und b:** Frontalansicht der Zahnreihen (offen), Fall 1 (a) und Fall 2 (b). Die unteren Frontzähne sind hypereruptiert. In Fall 2 sind die Inzisalkanten der Schneidezähne abradert. **Abb. 3a–d:** Seitenansicht der Okklusion, Fall 1 (a, b) und Fall 2 (c, d). In beiden Fällen liegt eine Okklusion der Klasse II vor. Die Okklusion im Seitenzahnbereich ist stabil.

ist eine sehr anspruchsvolle und langwierige Aufgabe, die eine intraorale Knochenverankerung (TAD) erfordert.<sup>6</sup> Häufig ist im Retromolarbereich nicht ausreichend Platz für eine Distalisierung. Zudem macht es keinen Sinn, die Molaren nach distal zu bewegen, wenn bereits eine Okklusion der Klasse I vorliegt.

## 2. Proklination und Expansion

Durch die Erweiterung des Kieferumfangs lässt sich Platz gewinnen, um den Engstand zu beseitigen. Diese Möglichkeit ist eingeschränkt oder entfällt ganz, wenn der (horizontale) Overjet minimal ist oder wenn der (vertikale) Overbite keine Proklinations- oder Expansionsbewegungen zulässt. In der Literatur wird auch auf das hohe Risiko einer bukkalen Rezession hingewiesen, wenn als Teil der Behandlung eine Proklination der unteren Schneidezähne erfolgt.<sup>7-11</sup>

## 3. Extraktion

Die Extraktion ist eine der häufigsten Behandlungsmethoden bei moderatem bis schwerem Engstand im Frontzahnbereich. Dabei können dann entweder ein mittlerer oder ein seitlicher

Schneidezahn oder zwei Prämolaren entfernt werden. Das Ausmaß des Engstandes ist in der Regel geringer als eine Schneidezahnbreite (7–9 mm), sodass sich eher für die Extraktion eines Schneidezahns als für die Extraktion zweier Prämolaren entschieden wird. Das zieht eine Reihe von Konsequenzen nach sich, wie die Verschiebung der unteren Mittellinie, die ein ästhetisches Problem darstellen kann.<sup>12</sup> Biomechanische Aspekte spielen bei der Extraktion zur Ausrichtung von Zähnen und Wurzeln<sup>13-16</sup> ebenso eine Rolle wie offene Gingivaflächen („schwarze Dreiecke“), die häufig nach der Extraktion von Schneidezähnen auftreten.<sup>17</sup>

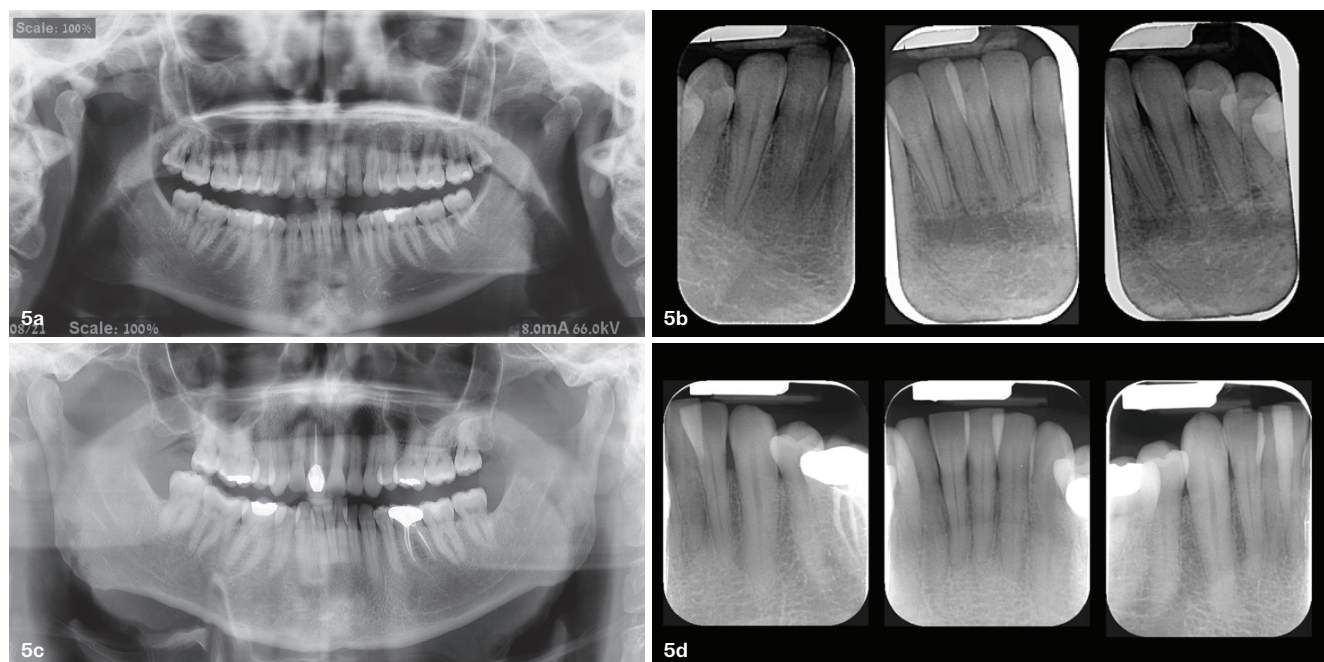
## 4. Interproximale Reduktion (IPR)

Die IPR hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Sie soll Platz für die kieferorthopädische Ausrichtung schaffen, günstige Kontaktpunkte herstellen und potenziell die Langzeitstabilität verbessern.<sup>18</sup> Eine IPR wird auch durchgeführt, um Diskrepanzen zu korrigieren, die bei der Breitenanalyse nach Bolton festgestellt werden. Zudem können bei der IPR morphologische Anomalien wie zu breite Zähne korrigiert und die Zahn-



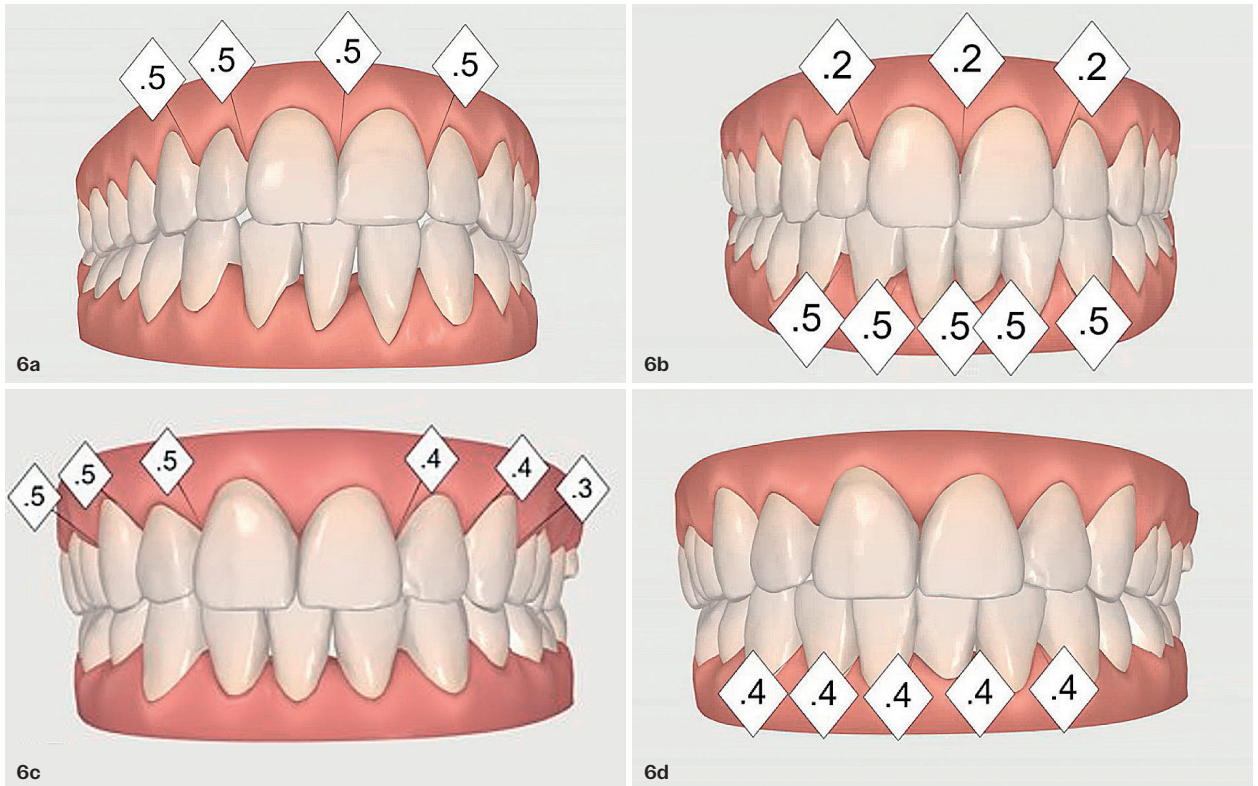
**Abb. 4:** In Fall 2 ist nur wenig befestigte Gingiva vom dünnen Phänotyp mit bukkalen Rezessionen an Zahn 42, 41 und 32 vorhanden.

form modifiziert werden.<sup>20</sup> Der Umfang der Maßnahmen, die für die Ausrichtung der Zähne und die Beseitigung des Engstandes erforderlich sind, kann durch eine virtuelle 3D-Simulation bestimmt werden, die eine genaue Abschätzung des Platzbedarfs und damit des Umfangs der IPR ermöglicht. Die Entscheidung zwischen IPR und Schneidezahnextraktion ist vielleicht die schwierigste und Gegenstand zahl-



**Abb. 5a–d:** Röntgenaufnahmen, Fall 1 (a, b) und Fall 2 (c, d). In beiden Fällen ist eine ausreichende Knochenstützung der unteren Schneidezähne gegeben.





**Abb. 6a–d:** Virtuelle Simulation mit dem Outcome Simulator von iTero (Align Technology). Für beide Fälle wurde die Extraktion von Zahn 31 und eine IPR simuliert. Die Extraktion in einem Kieferbogen würde aufgrund der entstehenden Bolton-Diskrepanz zwingend eine IPR im Gegenkiefer nach sich ziehen. In Fall 1 (a, b) würde aufgrund der anfänglichen Proklination der oberen Schneidezähne bei beiden Optionen eine IPR erforderlich werden.

reicher Artikel und systematischer Übersichtsarbeiten. Sowohl die IPR als auch die Extraktion unterer Schneidezähne sind wirksam bei der Behandlung von Klasse I-Fehlstellungen im bleibenden Gebiss mit moderatem Engstand im Frontzahnbereich und einem ästhetisch ansprechenden Gesichtsprofil. Klinische Entscheidungen sollten hier individuell unter Berücksichtigung der allgemeinen Gebissituation, des Ausmaßes des Engstandes, des oralen Gesundheitszustandes, der Erwartungen des Patienten und mithilfe einer virtuellen Simulation getroffen werden.<sup>21</sup> Auch die Stabilität des Behandlungserfolgs sollte bei der Entscheidung zwischen IPR und Extraktion berücksichtigt werden. Nachuntersuchungen nach fünf Jahren zeigten, dass es in der Gruppe ohne Extraktion zu einem stärkeren Rezidiv des Engstandes und in der Gruppe mit Extraktion zu einem stärkeren Rezidiv des Überbisses kam.<sup>22,23</sup> Bei IPR-Patienten deuteten die Nach-

untersuchungen nach zehn Jahren darauf hin, dass die IPR nicht zu Karies, parodontalen Problemen oder Knochen-

Der Artikel soll Leitlinien und klinische Hinweise dafür liefern, wann die Extraktion von Schneidezähnen vorzuziehen

**„In der Wahrnehmung der Patienten ist der Engstand das Hauptproblem oder vielleicht sogar das einzige Problem. Diagnostisch stellt sich aber nicht selten heraus, dass der anteriore Engstand die gesamte Okklusion verändert hat.“**

verlust führte. Der Abstand zwischen den Zahnwurzeln im unteren Frontzahnbereich verringerte sich nicht.<sup>24</sup> Die in diesem Artikel vorgestellten Fälle betreffen vergleichbare Zahnfehlstellungen, Ausprägungen des unteren Engstandes und ästhetische Herausforderungen. In einem Fall wurde der untere Schneidezahn extrahiert; im anderen Fall wurde eine IPR durchgeführt.

ist und wann die IPR die empfohlene Behandlung darstellt. Beide Fälle hatten das gleiche klinische Ergebnis – eine ausgewogene und ästhetische Okklusion. Die folgenden Aspekte von Engständen im unteren Frontzahnbereich werden erörtert:

1. Ausmaß des Engstandes
2. Ausmaß von Overjet und Overbite
3. Zustand des Parodonts, bukkale Rezession und Knochenstützung

4. Biomechanik für die geplante Bewegung
5. Behandlungstechnik
6. Retention und Stabilität

## Zwei klinische Fälle

Eine 32-jährige Frau (Fall 1) und ein 52-jähriger Mann (Fall 2) stellten sich mit einem unästhetischen Engstand der unteren Schneidezähne vor: Bei beiden war Zahn 31 nach lingual geneigt.

Die Okklusion wirkte bis auf den Engstand im Unterkiefer stabil und ästhetisch. Beide Patienten wiesen einen Tiefbiss und einen vergrößerten Overjet auf (Abb. 1). Ebenfalls charakteristisch für beide Fälle waren zwei Okklusionsebenen, die durch Hypereruptionen der unteren Frontzähne sowie durch Abrasion und Attrition der Inzisalkanten entstanden waren. Zahn 31 war aufgrund seiner lingualen Position elongiert und aufgrund des fehlenden Okklusionskontakts mit den oberen Schneidezähnen weniger stark abradert. Die linguale Position des Zahns und eine dunkle optische Verfärbung, die durch den Abstand zu den Nachbarzähnen verursacht wurde (Abb. 2), trugen zu einem unästhetischen Erscheinungsbild bei. In beiden Fällen war die Okklusion eine Molar-Eckzahn-Beziehung der Klasse II (Abb. 3).

Fall 1 wies zudem bukkale Rezessionen auf, und ein Drittel der bukkalen Wurzeloberfläche der Zähne 42, 41 und 32 lag frei (Abb. 4). Die Röntgenaufnahme zeigt eine ausreichende knöcherne Abstützung der unteren mittleren Schneidezähne, ohne Taschenbildung oder aktive Parodontopathien (Abb. 5).

## Extraktion oder IPR?

Die Entscheidung zwischen der Extraktion eines unteren Schneidezahns und einer IPR sollte auf präzisen Daten basieren. Intraorale Scans ermöglichen heute eine räumliche Analyse, die nicht nur die Größe der Zähne, sondern auch die Art der geplanten Bewegungen berücksichtigt. Durch Expansion und Proklination lässt sich zusätzlicher

Raum gewinnen. Rotationen, bei denen der innere Teil des Zahns bukkal in Richtung des größeren Kieferumfangs bewegt wird, tragen ebenfalls zur Raumgewinnung bei, verglichen mit einer ähnlichen Rotation, bei der die protrudierte bukkale Seite des Zahns nach innen in Richtung des kleineren Kieferumfangs bewegt wird.

Durch Simulation mit dem iTero-Intraoralscanner können verschiedene Behandlungsoptionen und unterschiedliche Bewegungsszenarien durchgespielt werden.

Die verschiedenen Simulationen sollten nicht nur die mathematischen Berechnungen und die Kombination von Bewegungen und IPR widerspiegeln, sondern auch die Vision und die Erfahrung des Behandlers und die Erwartungen der Patienten.

Abbildung 6 zeigt zwei verschiedene Behandlungssimulationen für die beiden Fälle, eine mit IPR und eine mit Extraktion der unteren Schneidezähne. Eine Extraktion – so wurde deutlich – führt zu einer Bolton-Diskrepanz, die

eine zusätzliche IPR im Gegenkiefer erforderlich macht.

Die Simulationen zeigten, dass das Ausmaß der IPR nicht den empfohlenen maximalen Schmelzabtrag von 0,5 mm (0,25 mesial und distal vom Kontaktpunkt) überschritt. Daher war in beiden Fällen eine IPR-Behandlung laut Simulation durchführbar, vorhersehbar und angemessen. Die Simulation der Extraktion eines unteren Schneidezahns ergab ebenfalls akzeptable Resultate, wenn man sie der IPR-Option vorzog.

Wie sollte also in diesem Fall entschieden werden?

### 1. Ausmaß des Engstandes

Beide Fälle wiesen in etwa das gleiche Ausmaß an Engstand auf: Fall 1 vielleicht etwas mehr, was sich laut Simulation auf 0,5 mm mehr als in Fall 2 summierte. Durch den zusätzlichen Engstand näherte man sich der Obergrenze für eine IPR (0,5 mm pro Zahn). Dadurch würde die Situation prekär. Wenn sich die Voraussagen zu Biome-

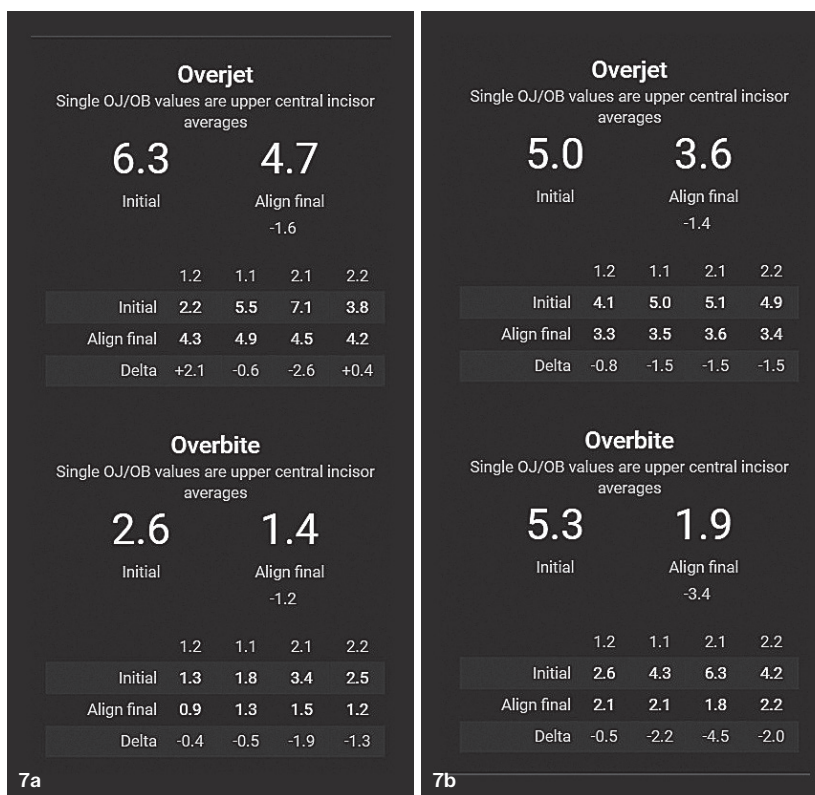
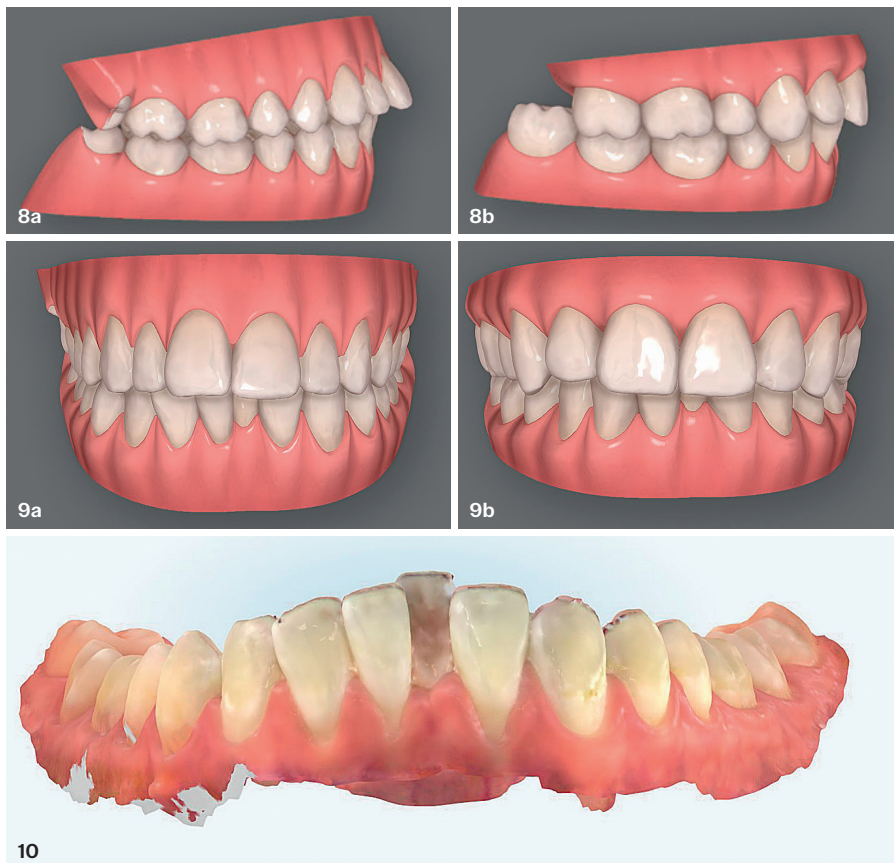


Abb. 7a und b: Initialer Overjet und Overbite, Fall 1 (a) und Fall 2 (b). Der Overjet ist jeweils vergrößert (in Fall 1 stärker als in Fall 2), und es liegt ein Tiefbiss vor (in Fall 2 stärker als in Fall 1).



**Abb. 8a und b:** Seitenansicht in ClinCheck, der Behandlungsplanungssoftware von Invisalign. Proklination der oberen Schneidezähne in Fall 1 (a) und die normale Inklination der Schneidezähne in Fall 2 (b). **Abb. 9a und b:** Frontalansicht in ClinCheck. Der Tiefbiss ist deutlich. In Fall 2 (b) ist der Biss wesentlich tiefer. **Abb. 10:** Der Intraoralscanner ermöglicht eine farbgetreue, realistische Gingivadarstellung, die in Fall 1 die beginnenden Rezessionen und den dünnen gingivalen Phänotyp zeigt.

chanik, Verankerung und Prognose nicht vollständig bestätigen, müsste zusätzlich Schmelz abgetragen werden, was bei unteren Schneidezähnen aufgrund der Nähe zum Dentin sehr ins Gewicht fallen kann.

**Schlussfolgerung:** Eine IPR wäre in Fall 1 riskant und aufgrund des stark ausgeprägten Engstandes fragwürdig.

## 2. Ausmaß von Overjet und Overbite

**Overjet:** Der initiale Overjet lag in Fall 1 bei 6,3 mm und in Fall 2 bei 5,0 mm (Abb. 7).

Die durchschnittliche Breite eines unteren Schneidezahns liegt zwischen 7 und 9 mm, und der in unseren Fällen berechnete Engstand beträgt nicht mehr als 2,5 bis 3 mm. Beim Schließen der durch die Extraktion entstandenen Lücke bewegen sich die unteren Zähne

in der Regel nach lingual, wodurch sich der Overjet vergrößert. Dieser sollte durch eine IPR im Gegenkiefer ausgeglichen werden (wie die virtuelle Simulation zeigt). Fall 1 würde aufgrund der Proklination der Frontzähne definitiv von einer solchen IPR im Oberkiefer profitieren, während in Fall 2 eine Veränderung oder Verbesserung der Frontzahnangulation nicht erforderlich war (Abb. 8).

In der Regel wird der Overjet durch eine IPR nicht vergrößert, da die IPR genau den Platzbedarf widerspiegelt, der zur Beseitigung des Engstandes erforderlich ist. Gelegentlich kann eine IPR mit einer leichten Protrusion der Schneidezähne kombiniert werden (wenn der vorhandene Overjet dies zulässt). So können Engpässe mit minimaler IPR bei gleichzeitiger Reduzierung des Overjets beseitigt werden.

**Overbite:** Der initiale Overbite lag in Fall 1 bei 2,6 mm und in Fall 2 bei 5,3 mm.

Eine IPR und eine Proklination der unteren Schneidezähne tragen zur Korrektur des Tiefbisses bei, da der Kontaktpunkt zwischen den oberen und unteren Schneidezähnen weiter nach inzisal verlagert wird und die Zähne durch die Vorverlagerung „kürzer“ werden. Eine Extraktion würde zu einer Vertiefung des Bisses führen, da sich anschließend die Schneidezähne nach lingual bewegen würden. Daher sollte eine Intrusion der Schneidezähne in der Planung berücksichtigt werden (Abb. 9).

**Schlussfolgerung:** Auf Grundlage des initialen Overjets ist in Fall 1 eine IPR im Oberkiefer zu planen. Auf Grundlage des initialen Overbites ist in Fall 2 eine weitere Vertiefung des Bisses zu vermeiden.

## 3. Zustand des Parodonts einschließlich Zahnfleischtaschen, bukkaler Rezession und Knochenstützung

Kieferorthopädische Zahnbewegungen sind mit Knochenabbau und Knochenaufbau verbunden. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, den Ausgangszustand des Parodonts einschließlich des Alveolarknochens und der befestigten Gingiva zu diagnostizieren.

In Fall 1 war das Knochenlager bereits stark beeinträchtigt. Die Patientin hatte bereits eine kieferorthopädische Behandlung hinter sich. Zahn 42, 41 und 32 wiesen eine bukkale Rezession auf (Abb. 10).

Die Zähne im Ober- und Unterkiefer waren prokliniert und übten daher zusätzlichen Druck auf die dünne Gingiva aus.

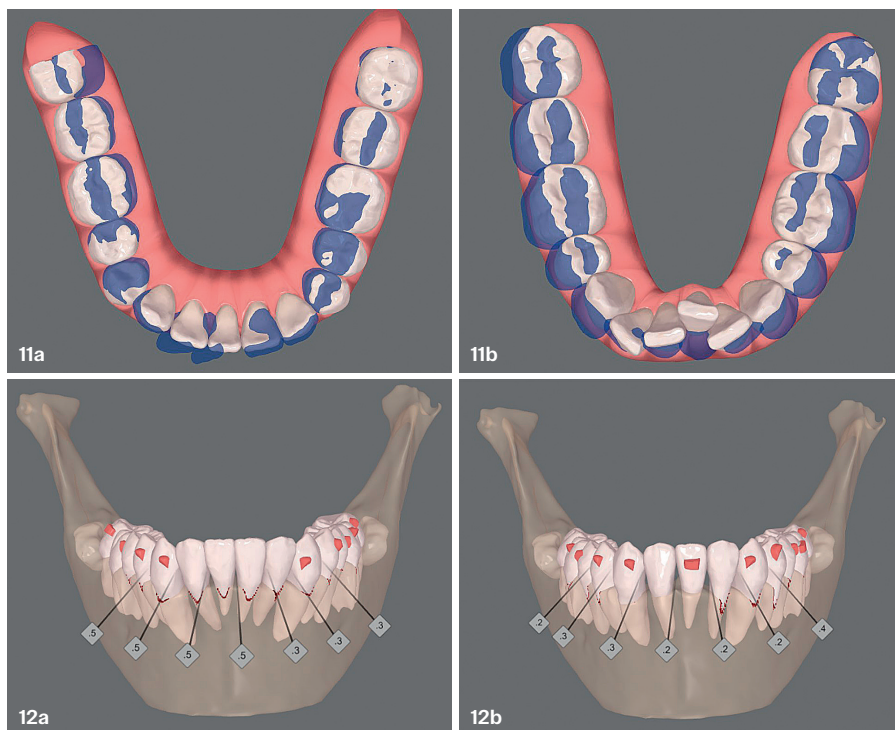
In Fall 2 war die bukkale Rezession im Molarenbereich minimal, aber im unteren Frontzahnbereich war die Gingiva vom dicken Phänotyp, mit voller Abdeckung der Frontzähne 32 bis 42 und ganz minimaler bukkaler Rezession an Zahn 43. Die Behandlung in Fall 1 sollte auf jeden Fall verhindern, dass die Proklination noch weiter verstärkt wird.



Vielmehr sollte versucht werden, die Wurzeln nach lingual zu bewegen, um das Knochenangebot im anterioren Bereich der Wurzeln zu erhöhen. In Fall 2 könnte eine leichte Proklination der vorderen Schneidezähne erfolgen, die in Kombination mit einer IPR das Engpassproblem lösen könnte.

Es ist sehr wichtig, die aktuelle Situation mit den geplanten Bewegungen abzugleichen und die Bilder in der Simulation übereinander zu legen, damit bei gefährdetem Parodont keine Proklination erfolgt und gleichzeitig aber auch kein größerer Overjet entsteht, wenn ein Zahn extrahiert werden soll. So eine Überlagerung und damit gegebenenfalls eine Überarbeitung der geplanten Bewegungen ermöglicht eine 3D-Schnittstelle. Wenn eine IPR und eine Proklination indiziert sind, dient in der Regel der prominenteste Teil des am weitesten bukkal stehenden Zahns als Orientierungspunkt und alle anderen Zähne werden an diesem Zahn ausgerichtet. Wenn eine Zahnextraktion geplant ist, wählt man den am weitesten lingual gelegenen Teil der Frontzähne und richtet die Gestaltung des Kieferbogens danach aus (Abb. 11).

In der zahnärztlichen und kieferorthopädischen Fachwelt wird derzeit darüber diskutiert, ob und wann eine DVT-Untersuchung erforderlich ist, um zu entscheiden, ob die Behandlung eine Extraktion oder eine IPR umfassen sollte. Die Behandlung mit Clear Alignern hat sich in den letzten Jahren weiterentwickelt. Hier können DVT-Scans integriert werden, die eine Beurteilung des Knochenlagers und der Wurzelpositionen ermöglichen. Die Simulation der Behandlung eines Engstandes der unteren Schneidezähne mit IPR oder durch eine Zahnextraktion trägt dazu bei, eine fundierte Therapieentscheidung zu treffen, die auf



**Abb. 11a und b:** Überlagerung der geplanten Zahnbewegungen, Fall 1 (a) und Fall 2 (b). Bei einer geplanten Extraktion (Fall 1) orientiert man sich an dem am weitesten lingual gelegenen Schneidezahn und bei einer geplanten IPR an dem am weitesten bukkal gelegenen Anteil des vorstehenden Zahns. **Abb. 12a und b:** In ClinCheck integriertes DVT. Eine IPR beeinträchtigt nur die bukkale Knochenstützung des vorderen unteren Schneidezahns (rot markiert), während die Extraktion des unteren Schneidezahns höchstwahrscheinlich zu einer besseren Knochenabdeckung der Wurzeln führen würde. (Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Nimrod Dykstein.)

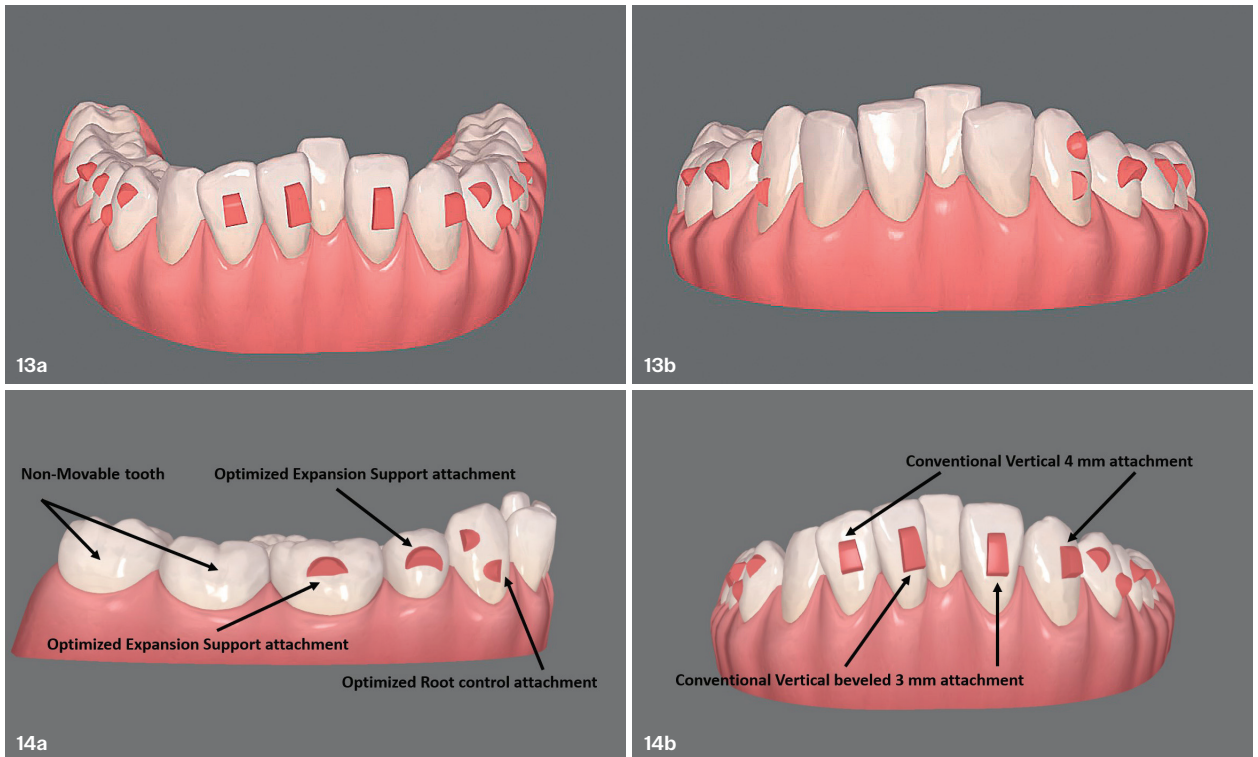
den Dehiszenzen und Rezessionen vor der Behandlung und der zu erwartenden Knochenunterstützung nach den geplanten kieferorthopädischen Bewegungen basiert (Abb. 12).

Es ist jedoch umstritten, ob die Informationen, die das DVT liefert, von klinischer Bedeutung sind, insbesondere in Bezug auf die Knochenbreite. Bei DVT-Messungen des labialen Knochens wurde die Knochendicke in der Regel überschätzt. Mit dem DVT lässt sich relativ genau und zuverlässig die labiale Knochendicke ermitteln, wenn der Alveolarknochen dicker als 1 mm ist. Bei den meisten Patienten ist der labiale Knochen jedoch dünner als

1 mm. Daher könnte das DVT bei vielen Patienten Ergebnisse liefern, die deutlich von den tatsächlichen Werten abweichen.<sup>25</sup>

Die Reaktion des Knochens auf kieferorthopädische Maßnahmen wird von vielen Parametern beeinflusst. Dazu gehören die Richtung und Geschwindigkeit der Zahnbewegungen, der Zustand des Alveolarknochens und auch die Mundhygiene. Es gibt keine wissenschaftliche Evidenz, die die Durchführung eines DVT bei jedem Patienten rechtfertigen würde. Daher ist es besser, sich auf die klinische Untersuchung und die eigene langjährige Erfahrung zu verlassen.

**„Kieferorthopädische Zahnbewegungen sind mit Knochenabbau und Knochenaufbau verbunden. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, den Ausgangszustand des Parodonts einschließlich des Alveolarknochens und der befestigten Gingiva zu diagnostizieren.“**



**Abb. 13a und b:** Bei einer geplanten Extraktion (Fall 1) werden Attachments in der Nähe der Extraktionsstelle platziert, um eine physische Bewegung zu bewirken. Wenn eine Intrusion per IPR und eine Proklination geplant sind, vermeidet man Attachments an den unteren Schneidezähnen. **Abb. 14a und b:** Die Auswahl der Attachments sollte sich nach der Art der Bewegung und der erforderlichen Verankerung richten. Einige Attachments werden von der KI ausgewählt (optimiert), andere bieten einen guten Halt und eine gute Kraftausrichtung (konventionell). a: Nicht zu bewegende Zähne: Optimiertes Attachment für eine Expansion, Optimiertes Attachment für eine Expansion, Optimiertes Attachment für die Wurzelpositionierung; b: Konventionelles vertikales 4 mm-Attachment, Konventionelles abgechrägtes vertikales 3 mm-Attachment.

**Schlussfolgerung:** Bei bukkalen Rezessionen und dünner befestigter Gingiva besteht ein hohes Exazerbationsrisiko, wenn die Engstände mit einer IPR und Proklination behoben werden sollen.

#### 4. Biomechanik für die geplante Bewegung

Die Biomechanik befasst sich mit der Art und Weise, wie die geplanten Bewegungen ausgeführt werden.

Wenn die Extraktion eines unteren Schneidezahns geplant ist, muss die Parallelität der Wurzeln in der Nähe der Extraktionsstelle und eine gute Retention der Seitenzähne gewährleistet sein. Für die Seitenzähne sollten optimale Attachments und für die Frontzähne konventionelle vertikale Attachments gewählt werden.

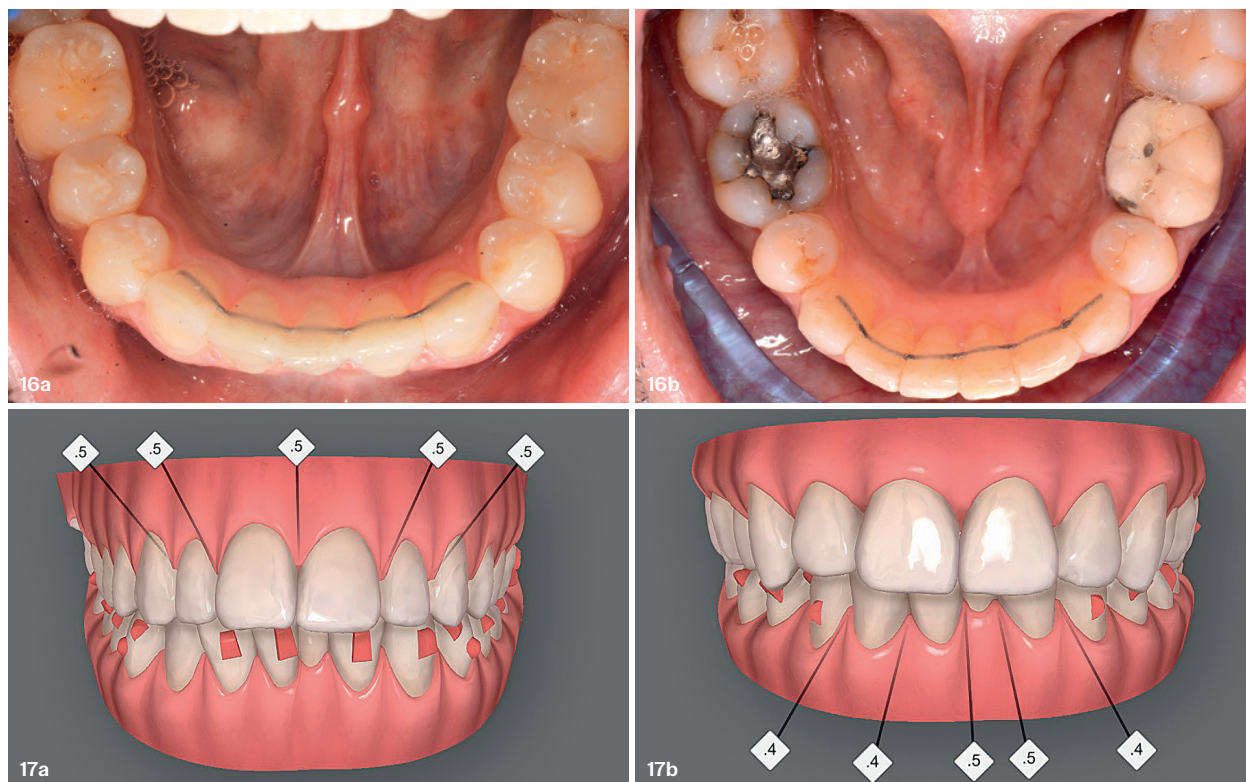
Wenn eine IPR in Kombination mit einer Tiefbisskorrektur geplant ist, sollten Attachments im unteren Frontzahnbereich vermieden und das übliche Trio Proklination-Intrusion-Retrusion geplant werden.

Clear Aligner sind sehr effektiv bei der Protrusion von Zähnen. Daher hilft eine Proklination, die Zähne in vorhersagbarer Weise zu derotieren. Bei Intru-



**Abb. 15:** Mit der Virtual Care-App überwachen die Patienten wöchentlich die Zahnbewegungen.





**Abb. 16a und b:** Fall 1 (a) und Fall 2 (b): Adhäsiv befestigter Retainer im Unterkiefer (Zahn 43 bis 33) am Ende der kieferorthopädischen Behandlung. Bei der IPR geht es darum, ein Rezidiv des Engstandes zu vermeiden. Bei der Extraktion muss vermieden werden, dass sich die Extraktionslücke wieder öffnet. **Abb. 17a und b:** Fall 1 (a) und Fall 2 (b): Abschließende ClinCheck-Darstellung: In Fall 1 wurde der untere Schneidezahn extrahiert und im Oberkiefer eine IPR mit 26 Alignern durchgeführt. In Fall 2 wurde eine IPR, Proklination und Intrusion im Unterkiefer sowie eine leichte Neuausrichtung im Oberkiefer vorgenommen.

sion und Tiefbisskorrekturen liefern Clear Aligner ebenfalls effektive und vorhersagbare Ergebnisse, sofern eine feste Abstützung im Seitenzahnbereich gegeben ist (Abb. 13). Zudem ist es wichtig, den Behandlungsplan zu überprüfen und unnötige Wurzelbewegungen der ausgewählten Seitenzähne zu vermeiden, für die keine neue Position geplant ist.

Ambitionierte Behandler könnten versuchen, das Ergebnis zu optimieren und alle Zähne zu bewegen, aber das ist nicht unbedingt das Ziel und kann die Behandlung unnötig verkomplizieren (Abb. 14).

**Schlussfolgerung:** Die Anzahl der Attachments, ihre Form, Größe und Position an den einzelnen Zähnen sollten unterschiedlich sein, wenn eine IPR oder Extraktion geplant ist.

### 5. Behandlungstechnik

Die Behandlung mit Alignern bietet folgende Vorteile:

a. 3D-Planung und KI-Planungsassistenten erlauben eine sehr genaue Planung der Bewegungen und ermöglichen es, Kräfte auf ausgewählte Zähne zu minimieren und auch zu eliminieren. Kräfte lassen sich auch gezielt auf einzelne oder meh-

reere Zahnbereiche verteilen, um ihre Wirkung zu maximieren und vorhersagbare Bewegungen zu induzieren.

- b. Aligner bedecken die Zähne von allen Seiten, bilden eine Schutzhülle für die Zähne und verhindern ihre Mobilität. Der Behandlungsfortschritt kann wöchentlich virtuell kontrolliert und unerwünschte Bewegungen können vorhergesagt werden (Abb. 15).
- c. Aligner erleichtern den Patienten die Aufrechterhaltung einer guten Mundhygiene und reduzieren die Anzahl notwendiger Notfalleingriffe.

**„Eine IPR und eine Proklination der unteren Schneidezähne tragen zur Korrektur des Tiefbisses bei, da der Kontaktpunkt zwischen den oberen und unteren Schneidezähnen weiter nach inzisal verlagert wird und die Zähne durch die Vorverlagerung ‚kürzer‘ werden.“**





**Abb. 18a-l:** Frontalansicht der Zahnreihen nach Ende der Behandlung. In beiden Fällen wurde die gleiche Klasse I-Okklusion erzielt (Fall 1 [a, b] und Fall 2 [c, d]). Der Zustand des Parodonts ist in beiden Fällen stabil und relativ gesund (Fall 1 [e, f] und Fall 2 [g, h]). Die Röntgenaufnahmen zeigen parallele Wurzeln. Im Fall 2 (k, l) (IPR) konnte eine zu starke Annäherung der Wurzeln vermieden und in Fall 1 (i, j) (Extraktion) eine günstige Wurzelposition geschaffen werden.

### 6. Retention und Stabilität

Retention und Stabilität sind keine Kriterien, die in direktem Zusammenhang mit der Art der Behandlung von Eng-

ständen, der Extraktion oder der IPR stehen.

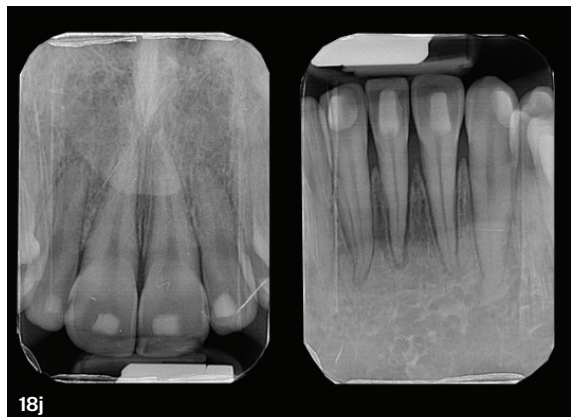
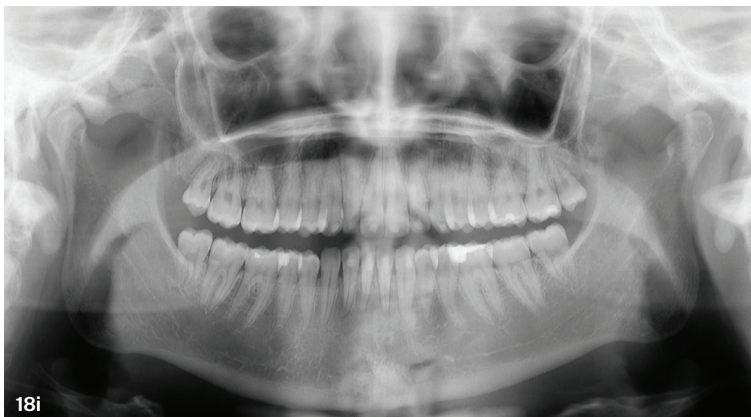
Ziel muss es sein, die Behandlung mit sehr stabilen okklusalen Kontakten,

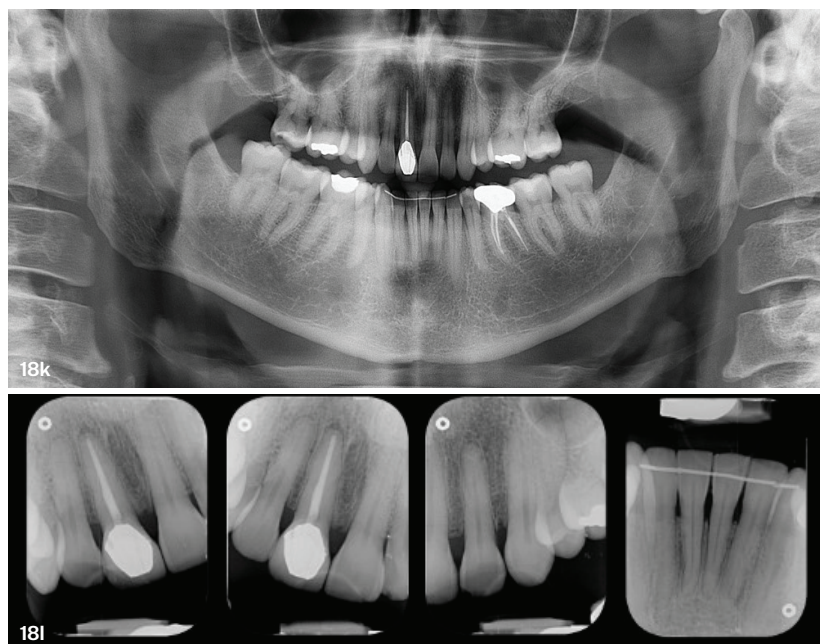
funktionellem Kauen, Kräftegleichgewicht und Wurzelparallelität abzuschließen. Eine gute Ästhetik ist natürlich immer von Vorteil. Sie hat jedoch keinen Einfluss auf das Retentionsprotokoll, das das nächtliche Tragen von Alignern, vorzugsweise mit einer Breite von 1,0 mm, auf unbestimmte Zeit vorsieht sowie zusätzlich einen unteren festsitzenden Retainer von Zahn 43 bis Zahn 33, der nach einiger Zeit entfernt wird, um eine gute Reinigung zu ermöglichen.

Bei jeder Nachuntersuchung sollte der Mund gescannt werden. Dabei kann die im Scanner integrierte Zeitrafferfunktion genutzt werden, um das Endergebnis mit der aktuellen Situation abzugleichen und aus der Bildüberlagerung zu schlussfolgern, ob eine Bewegung stattgefunden hat, und wenn ja, von welcher Art und in welchem Ausmaß. Wenn der untere Schneidezahn extrahiert wurde, muss natürlich vermieden werden, dass sich die Extraktionslücke wieder öffnet. Bei der IPR geht es darum, ein Rezidiv des Engstandes zu vermeiden (Abb. 16).

### Behandlungsverlauf

Auf Grundlage aller oben beschriebenen Kriterien wurde beschlossen, in Fall 1 Zahn 31 zu extrahieren und in Fall 2 eine Proklination und eine IPR zu planen. Aufgrund der Proklination der oberen Zähne in Fall 1 und der Extraktion des Schneidezahns wurde zusätzlich eine IPR an den oberen Schneidezähnen vorgesehen.





In beiden Fällen handelte es sich um recht kurze Behandlungen, mit 26 Alignern in Fall 1 (Extraktion) und 20 Alignern in Fall 2 (IPR) (Abb. 17). Das Ergebnis war in beiden Fällen zufriedenstellend und erfüllte unsere Erwartungen. Es wurden keine zusätzlichen Aligner benötigt. Der Tiefbiss wurde korrigiert, die Wurzeln waren parallel (sowohl bei der Extraktion als auch bei der IPR), die Okklusion ist stabil und die Ästhetik konnte verbessert werden (Abb. 18).

## Diskussion

Die dargestellten Fälle zeigen, dass sich mit einer IPR und einer Extraktion der unteren Schneidezähne gleichwertige Ergebnisse erzielen lassen. Die heute zur Verfügung stehenden Simulationswerkzeuge erleichtern eine gute Kommunikation mit den Patienten und dem überweisenden Allgemeinzahnarzt. Sie ermöglichen uns auch, die beiden Behandlungsoptionen – Extraktion und IPR – mit all ihren Konsequenzen vorab gründlich zu studieren. Retention und

Stabilität haben heute an Bedeutung verloren, da die Anweisungen zur Erhaltung des kieferorthopädischen Behandlungsergebnisses unabhängig von der gewählten Therapie gleich sind: Tragen eines Aligners über Nacht auf unbestimmte Zeit und zusätzlich feste Retainer nur für die unteren Schneidezähne. Der parodontale Ausgangszustand ist einer der ausschlaggebenden Gründe, warum die Extraktion der IPR vorgezogen wird. Die Patienten werden regelmäßig alle vier bis sechs Monate zu Kontrolluntersuchungen einbestellt. Dabei werden stets klinische Fotos und Intraoralscans angefertigt und gelegentlich Röntgenaufnahmen gemacht sowie eine professionelle Zahnreinigung und eine Untersuchung des Parodonts durchgeführt.

Bei den meisten Patienten entwickelt sich im Laufe der Behandlung eine völlig neue Einstellung zur eigenen Zahngesundheit. Da die meisten erst im Erwachsenenalter kieferorthopädisch behandelt werden, ist es einfacher, sie aufzuklären, zu einem reflektierten Handeln zu motivieren und eine kooperative Beziehung zu ihnen aufzubauen. In den meisten Fällen kommt eine der beiden Behandlungsoptionen Extraktion oder IPR infrage. Die Entscheidung sollte auf Grundlage einer virtuellen Simulation und einer multidisziplinären Beratung getroffen werden. Da vorab bekannt ist, dass beide Optionen „auf dem Tisch liegen“ und beide vorhersagbar sind, können alle anderen Parameter wie die Persönlichkeit des Patienten, die Anforderungen des überweisenden Zahnarztes und unsere eigenen Reaktionen und Erfahrungen berücksichtigt werden. Die 3D-Simulation und die Behandlungsplanung eröffnen völlig neue Möglichkeiten, um Situationen spielerisch zu erkunden, Optionen vorab virtuell zu testen und eine fundierte Therapieentscheidung zu treffen.



**Dr. Rafi Romano**  
rafi@drromano.com  
www.drromano.com



**Lihik Keren, DMD**  
lihi1210@gmail.com  
www.drromano.com

