

Werner Schupp, Julia Haubrich

Aligner – Behandlung unter dem speziellen Gesichtspunkt der Extraktionstherapie

Teil 1

Wie in jedem wissenschaftlichen Fachgebiet ist auch in der Kieferorthopädie eine stetige Entwicklung vorhanden. Wenngleich Remensnyder schon 1926 die kieferorthopädische Therapie mit Schienensystemen propagierte, hat sich diese Behandlungsmechanik erst seit der Entwicklung des Invisalign®-Systems (Align Technology, Amsterdam, Niederlande) international durchgesetzt und die Anzahl weltweiter Behandlungen wächst bislang stetig weiter. Wir wissen heute Dank vorhandener Studien welche Zahnbewegungen mit der Invisalign-Methode präzise durchgeführt werden können. Seit der Einführung der Invisalign-Technologie 1999 in Amerika und in Deutschland 2001 hat sich das System durch kontinuierliche Weiterentwicklungen und dem technischen Fortschritt der ClinCheck-Software, insbesondere jedoch durch die wachsende klinische Erfahrung der Behandler sowie wissenschaftlichen Erkenntnisse deutlich verbessert. Neben der Präzision des gesamten Behandlungsablaufs und der exakten Passung der Aligner wurde die präzise Montage des Unterkiefers, bislang allerdings nur in statischer Okklusion, durch die Einführung der Scannertechnologie entschieden verbessert.

2015 präsentierte Align Technology erstmals die Invisalign-G6-Innovationen für die Extraktion der Prämolaren mittels Invisalign sowie den neuen ClinCheck Pro. Die Invisalign-G6-Lösung für Behandlungen mit Extraktion von ersten Prämolaren ist auf die Verbesserung der klinischen Ergebnisse bei starkem Engstand oder bimaxillären Therapien mit erforderlicher Extraktion und geplanter maximaler Verankerung ausgerichtet. Die SmartForce®-Funktionen wurden dabei genau wie die SmartStage-Technologie dafür entwickelt, die Bewegungen von einzelnen und mehreren Zähnen präziser zu steuern.

■ Schneidezahnextraktion im Unterkiefer

Ein erheblicher Engstand im unteren Frontzahnbereich lässt sich durch Extraktion eines unteren Schneidezahns beheben, wenn durch umfassende approximale Schmelzreduktion (ASR) im Front- und Seitenzahnbereich und Expansion des Zahnbogens ein perfektes Ergebnis nicht erreicht werden kann.

Der untere Schneidezahn, der extrahiert wird, ist in der Regel der stärker labial stehende, wenn die Kortikalis aufgrund des Engstands labial gering ausgebildet ist; bei dieser Entscheidung müssen jedoch immer die Anforderungen des jeweiligen Einzelfalls berücksichtigt werden.

An den beiden Zähnen neben der Extraktionsstelle wird analog des Attachment-Protokolls und dadurch bedingt in der ClinCheck-Software ein konventionelles Attachment angebracht (vertikal, rechteckig und 1 Millimeter dick). Die simultane Verschiebung aller Zähne in der Stufeneinteilung ist bei Behandlungen mit der Extraktion eines unteren Schneidezahns Standard; eine sequenzielle Stufeneinteilung für die Frontzähne kann jedoch zur Schließung der Extraktionslücke angefordert werden und empfiehlt sich meistens aus biomechanischen Erwägungen (Abb. 1).

■ Patientenfall 1

■ Bialveolare Protrusion – Extraktion eines Unterkieferfrontzahns

Die bialveoläre Protrusion ist eine Fehlstellung, die oftmals einen erschwerten Lippenschluss mit sich



Werner Schupp
Prof. Dr. med. dent.

Julia Haubrich
Dr. med. dent.

Beide:
Fachpraxis für
Kieferorthopädie
Gemeinschaftspraxis
Hauptstraße 50
50996 Köln

Korrespondenzadresse:
Dr. Werner Schupp
E-Mail:
schupp@schupp-ortho.de

Originalpublikation
erschieden in
Schupp W, Haubrich J.
Aligner Orthodontics –
Diagnostics, Biomechanics,
Planning and Treatment.
London: Quintessence
Publishing, 2015:122–133.



Abb. 1a bis c Darstellung der ClinCheck-Software eines Unterkiefers mit Extraktion des Zahns 42. Unterkieferaufsicht mit extrahiertem Zahn 41, inseriertem Pontic 41 und vertikalen rechteckigen Attachments auf den Zähnen 35, 34, 33, 31, 42, 43, 44 und 45 (Quelle: Align Technology).



Abb. 2 Extraorale Situation bei Behandlungsbeginn mit protrudiertem Zahn 21 und insuffizientem Lippenschluss.

bringt. Dies kann in einem unzureichendem Lippenschluss und unerwünschtem „Zahnzeigen“ resultieren. Bei der bialveolären Protrusion ist die Extraktionstherapie von Frontzähnen oder Prämolaren oftmals die Therapie der Wahl, um die stark protrudierten Frontzähne zu retrahieren und dadurch sowohl eine Verbesserung des Lippenschlusses als auch des Profils erreichen zu können.

Die hier gezeigte 29-jährige Patientin stellte sich mit einer bialveolären Protrusion mit insuffizientem Lippenschluss und prokliniertem Zahn 21 vor. Die intraoralen Bilder zeigen enge Zahnbögen, Dreh- und Engstände mit protrudiertem Zahn 21 und eine Klasse-I-Verzahnung (Abb. 2 und 3). Therapiewunsch der Patientin war die Einordnung des protrudierten Zahns 21 mit Verbesserung der Kompetenz des Lückenschlusses sowie eine Reduktion der dadurch bedingten Prominenz der Oberlippe.

■ Diagnose

- Insuffizienter Lippenschluss.
- Vergrößerter Overjet mit protrudiertem Zahn 21.
- Frontaler Vorkontakt.
- Enge Zahnbögen.
- Dreh- und Engstände in Klasse-I-Verzahnung.

■ Therapieplanung

- Extraktion des Zahns 31 zum Platzgewinn im Unterkiefer und Auflösen des frontalen Vorkontakts.
- Ausformung und Retraktion der Unterkieferfrontzähne.
- Ausformung und Retraktion der Oberkieferfrontzähne mit Einordnung des Zahns 21.



Abb. 3 Intraorale Situation bei Behandlungsbeginn.

Abb. 4 ClinCheck-Software Darstellung: initiale Situation (blau) und geplantes Behandlungsergebnis (weiß) im Überlagerungstool.

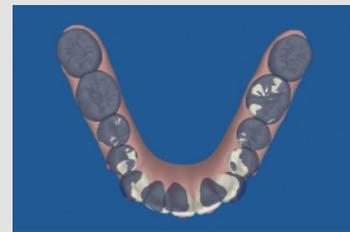
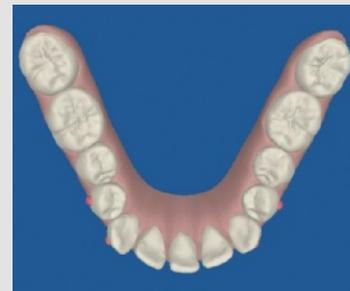


Abb. 5 Intraorale Ansicht (links) und ClinCheck-Software-Darstellung (rechts) zeigen den Zustand mit Aligner 12 nach Extraktion.



■ Behandlung

Die Behandlungsplanung beinhaltete in diesem Fall nicht die Extraktion der Prämolaren, sondern des Unterkieferfrontzahns 31, um ausreichend Platz für die Ausformung und Retraktion der Unterkieferfront zu gewinnen. Durch die Auflösung des bestehenden Vorkontakts und die dadurch erreichte Vergrößerung des Overjets konnte ausreichend Platz gewonnen

werden, um die protrudierte Oberkieferfront zu retrahieren und den protrudierten Zahn 21 in den Zahnbogen harmonisch einzufügen (Abb. 4).

Abbildung 5 zeigt die intraorale Situation mit Aligner 12. Die Aligner zeigten zu diesem Zeitpunkt exakte Passgenauigkeit, die Zahnbewegung erfolgte nach ClinCheck-Simulation plangemäß und die Gingiva im Extraktionsbereich sieht unauffällig aus.



Abb. 6 Intraorale Ansicht bei Behandlungsende.

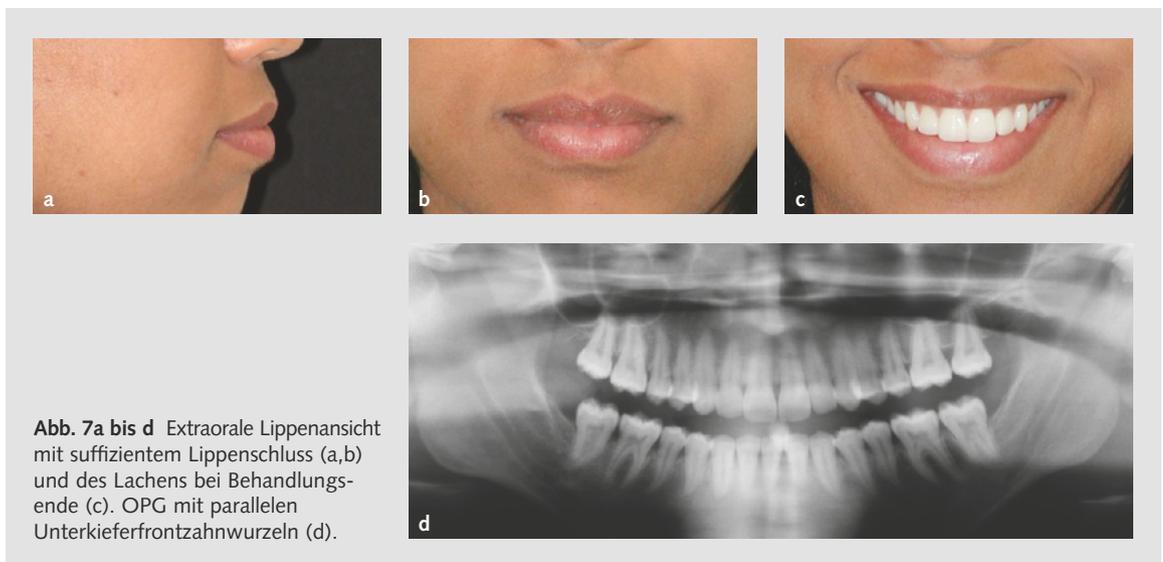


Abb. 7a bis d Extraorale Lippenansicht mit suffizientem Lippenschluss (a,b) und des Lachens bei Behandlungsende (c). OPG mit parallelen Unterkieferfrontzahnwurzeln (d).

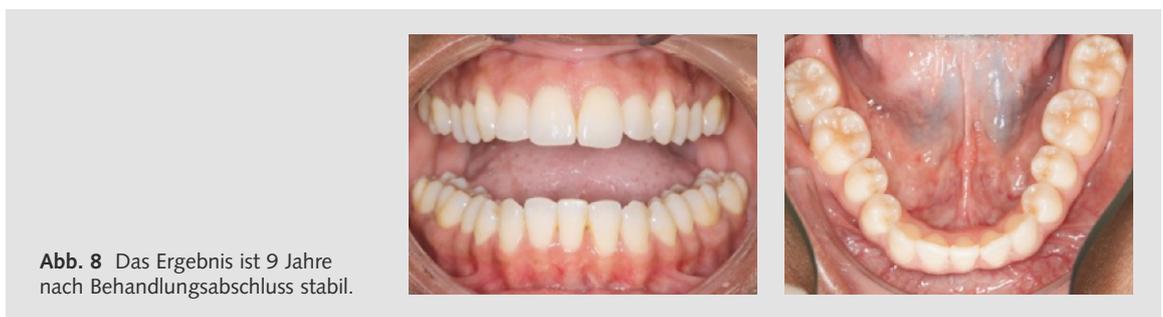


Abb. 8 Das Ergebnis ist 9 Jahre nach Behandlungsabschluss stabil.

Abbildung 6 zeigt das Behandlungsergebnis in erhaltener Klasse-I-Verzahnung, physiologischem Overbite und Overjet; die Inzisiven sind „Shimstock offen“. Die extraorale Ansicht bei Lippenschluss und beim Lachen zeigt einen suffizienten Lippenschluss und ein harmonisches Lachen, bei dem die Ober-

kieferinzisiven dem Verlauf der Unterlippe folgen (Abb. 7). Das OPG zeigt parallele Unterkieferfrontzahnwurzeln nach Extraktionslückenschluss mit physiologischer interradikulärer Knochensituation.

Abbildung 8 zeigt, dass 9 Jahre nach Behandlungsabschluss das Ergebnis stabil ist.

copyright by
not for publication
Quintessenz



Abb. 9 Intraorale Situation bei Behandlungsbeginn.



Abb. 10 Intraorale Situation nach Extraktion der Zähne 35 und 45 und gebondeten Attachments.



Abb. 11a bis c Resultat der ClinCheck-Software: a) Virtuell extrahierte Zähne 35 und 45 und die als Ersatz inserierten Pontics. Vertikale rechteckige Attachments wurden auf allen Unterkiefermolaren, -prämolaren und -eckzähnen gebondet, um eine maximale Verankerung während des Lückenschlusses zu garantieren. b) Das geplante finale Resultat, c) Darstellung der Clincheck-Software: initiale Situation (blau) und geplantes Behandlungsergebnis im Überlagerungstool der ClinCheck-Software (weiß).

■ Patientenfall 2

■ Dreh- und Engstände im Unterkiefer mit Kreuzbissituation – Extraktion unterer zweiter Prämolaren

Die Patientin stellte sich in unserer Praxis mit folgendem Befund vor: Die verlagerten Zähne 13, 23 wurden als Kind entfernt und die Lücken kieferorthopädisch geschlossen, wodurch ein verkleinerter Oberkiefer-

zahnbogen resultierte (Abb. 9). Der Unterkiefer zeigte große Engstände mit nach lingual gekippten Zähnen 35, 45, der Zahn 22 zu 33 sowie der Zahn 12 zu 42 befanden sich im Kreuzbiss. Zahn 27 fehlt. Die Patientin wies leichte gingivale Rezessionen auf. Die Planung beinhaltete eine weitergehende prothetische Versorgung der insuffizienten Kronen im Oberkiefer sowie ein Implantat als Ersatz für den fehlenden Zahn 27.



Abb. 12 Finale Situation.



Abb. 13a und b Vergleich der Ausgangssituation (a) mit dem Behandlungsergebnis (b).

■ Diagnose

- Fehlende Zähne 13, 23 mit Lückenschluss und verkleinertem Oberkieferzahnbogen.
- Starke Engstände im Unterkiefer.
- Fehlende Zähne 13, 23 und 27.
- Kreuzbiss 12 zu 42, 22 zu 33.

■ Therapieplanung

- Parodontale Vorbehandlung.
- Extraktion der Zähne 35 und 45.
- Ausformung harmonischer Zahnbögen mit Überstellung der frontalen Kreuzbissituation und Herstellung eines funktionellen Overbites und Overjets.

■ Behandlung

Nach einer parodontalen Vorbehandlung erfolgte direkt nach zahnärztlicher Extraktion der Zähne 35, 45 das Einsetzen der Invisalign-Schienen (Abb. 10). Um einen reibungslosen Ablauf der Behandlung zu garantieren, planen die Autoren Extraktionen immer erst virtuell in der ClinCheck-Software und weisen die Zähne erst nach Eintreffen der Aligner in der Praxis zur Extraktion an. Dies garantiert dem Patienten ein schnelles Ersetzen der Extraktionslücken durch Pontics und eine optimale Knochensituation für die Zahnbewegung. Zudem erlaubt dieses Vorgehen die bestmögliche virtuelle Planung auch mit durchgeplanten Behandlungsvarianten, beispielsweise den Patzgewinn durch proximale Schmelzreduktion. Die Möglichkeit, beliebig viele Behandlungsvarianten in der ClinCheck-Software in Absprache mit dem interdisziplinär mitbehandelnden

Kollegen und dem Patienten durchzuspielen, ist in den Augen der Autoren einer der Hauptvorteile der Invisalign-Behandlung, die auf dem Gebiet der Aligner-Behandlung so bisher einzigartig ist.

In dieser Behandlung wurden die Unterkiefermolaren nicht bewegt, um eine Verankerungseinheit gegenüber den zu retrahierenden ersten Prämolaren, Front- und Eckzähnen zu schaffen. Zur optimalen Verankerung wurden vertikale rechteckige Attachments auf den Zähnen 33, 34, 36, 43, 44, 46 sowie nachträglich in der ClinCheck-Software auf den Zähnen 37 und 47 geplant (Abb. 11).

Abbildung 12 zeigt das finale Resultat mit verbesserter Funktion und Ästhetik. Eine weitere ästhetische Verbesserung könnte im Oberkiefer durch Verbreiterung der schmalen seitlichen Schneidezähne sowie Erneuerung der Kronen im Bereich der Prämolaren erreicht werden. Diesbezüglich wurde die Patientin zur Beratung an den überweisenden zahnärztlichen Kollegen verwiesen. Abbildung 13 zeigt die Gegenüberstellung vor und nach der Behandlung.

■ Patientenfall 3

■ CMD mit unilateraler Klasse II Verzahnung – Extraktion eines oberen Prämolaren

Bei der Behandlung von Patienten mit starkem Engstand oder bimaxillärer Protrusion ist in der Regel die Extraktion von ersten Prämolaren mit maximaler Verankerung erforderlich. Dabei sind folgende Punkte entscheidend:

- Sicherung der Prognostizierbarkeit von Zahnbewegungen, damit optimale klinische Ergebnisse erreicht werden können.
- Beibehaltung der Wurzelparallelität während der Eckzahnbewegung.
- Aufrechterhaltung der posterioren Verankerung.
- Bewahrung der vertikalen Kontrolle.

SmartForce-Funktionen und SmartStage-Technologie

Die 2015 auf den Markt gebrachte Invisalign-G6-Lösung für Behandlungen mit Extraktion von ersten

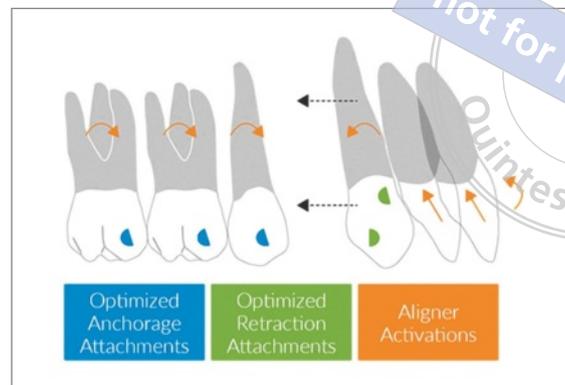


Abb. 14 Darstellung der SmartForce-Funktionen und SmartStage-Technologie (Quelle: Align Technology).

Prämolaren bei geplanter maximaler Verankerung sorgt für vertikale Kontrolle und Wurzelparallelität mit prognostizierbaren Ergebnissen (Abb. 14). Die SmartForce-Funktionen übertragen dabei die notwendigen Kräfte-systeme für prognostizierbare Zahnbewegungen. Die sogenannten „Optimized Retraction Attachments“ werden in Kombination mit der SmartStage-Technologie genutzt, um bei der Eckzahnretraktion – sei es mit oder ohne Elastics – eine effektive Translation zu erreichen. „Optimized Anchorage Attachments“ bewirken in Kombination mit der SmartStage-Technologie eine maximale posteriore Verankerung. Die SmartStage-Technologie und dadurch bedingte Aligner-Aktivierung verhindern unerwünschte Kippungen und Frontzahnextrusionen im Verlauf der Retraktion.

Bei einseitigen Klasse-II-Verzahnungen kann eine asymmetrische Prämolarenextraktion ein Lösungsansatz sein, um eine stabile beidseitige Verzahnung zu erreichen. Dies gilt vor allem dann, wenn der zu extrahierende Prämolare bereits großflächige Füllungen oder prothetische Versorgungen aufweist. In diesem speziellen Fall muss besonders darauf geachtet werden, ob die asymmetrische Klasse-II-Verzahnung auch in zentrischer Okklusion besteht. Ist dies nicht eindeutig diagnostizierbar, sollte vor jeder definitiven kieferorthopädischen Behandlung eine funktionelle Vorbehandlung erfolgen, um durch eine Okklusions-schientherapie die richtige Kondylenposition bestimmen zu können. Die okklusale Schientherapie ist unerlässlich, um die korrekte Zentrik bestimmen zu können und dadurch die kieferorthopädische Behandlung überhaupt erst zu planen.

Die dargestellte Patientin zeigte retrudierte und extrudierte Ober- und Unterkieferfrontzähne mit tiefem Biss, eine Klasse II Verzahnung rechts, sowie Dreh- und Engstände in beiden Kiefern (Abb. 15).



Abb. 15 Intraorale Situation bei Behandlungsbeginn.

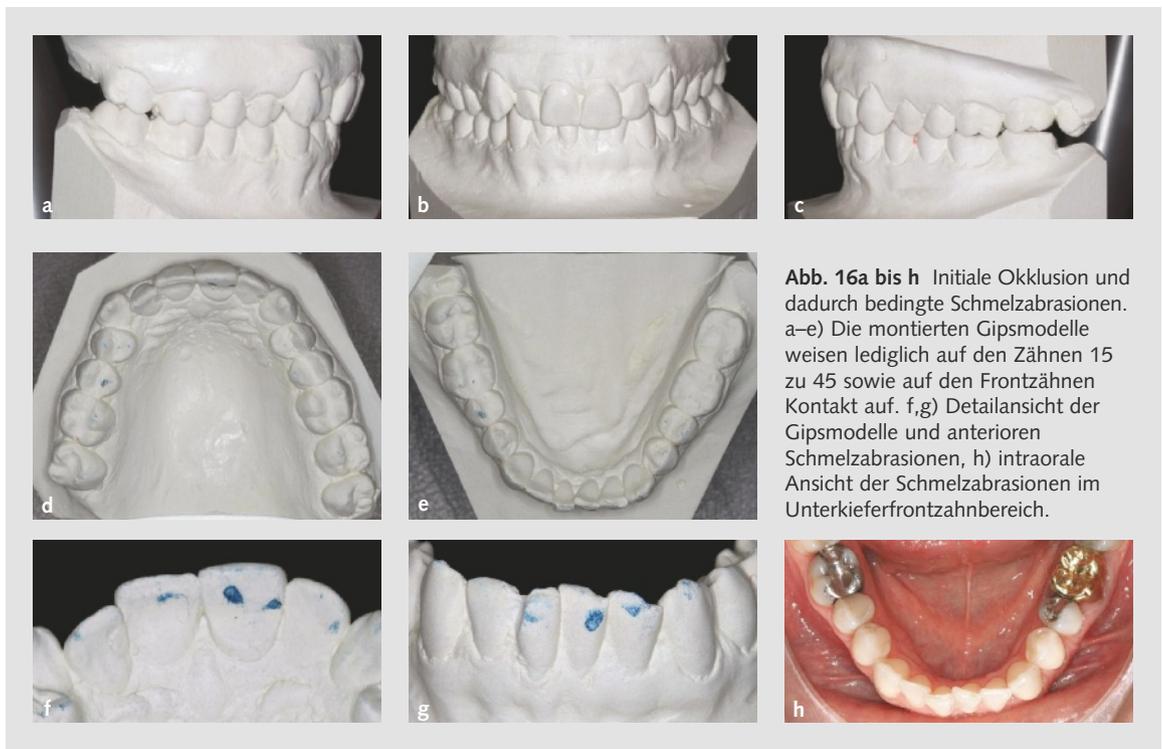


Abb. 16a bis h Initiale Okklusion und dadurch bedingte Schmelzabrasionen. a–e) Die montierten Gipsmodelle weisen lediglich auf den Zähnen 15 zu 45 sowie auf den Frontzähnen Kontakt auf. f,g) Detailansicht der Gipsmodelle und anterioren Schmelzabrasionen, h) intraorale Ansicht der Schmelzabrasionen im Unterkieferfrontzahnbereich.

■ Diagnose

- Insuffiziente restaurative Versorgung.
- Reklinierte und extrudierte Ober- und Unterkieferfrontzähne.
- Tiefer Biss mit Vorkontakt.
- Dorsaler Shift des Unterkiefers aus der Zentrik in HIKP 0,5 mm.
- Klasse-II-Verzahnung rechts, Klasse-I-Verzahnung links.
- Dreh- und Engstände in beiden Kiefern.

■ Therapie

- Extraktion des Zahns 14 und Invisalign-Therapie.
- Nach der kieferorthopädischen Behandlung ist eine neue restaurative Versorgung geplant.

■ Behandlung

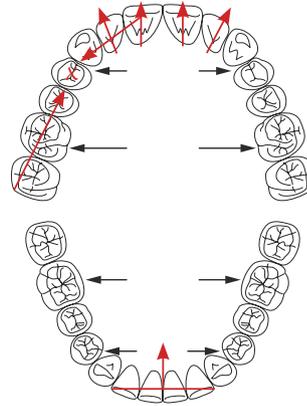
Vor Beginn der kieferorthopädischen Behandlung wurde der Zahn 21 mit einem Langzeitprovisorium

copyright by
not for publication
Quintessenz

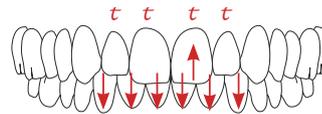


TREATMENT PLAN - PATIENT

TRANSVERSE / DEROTATION O.C. / EXTRACTION / OPEN SPACE



TRANSVERSE / VERTICAL / ANGLATION / MIDLINE CORRELATION



SAGITTAL / VERTICAL / TORQUE / RE-PROCLINATION / ANGLATION

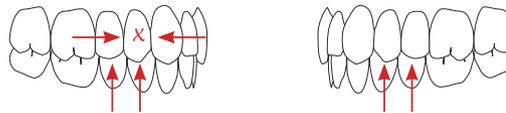
IPR needed between: *lower incisors*ATTACHMENT needed on / form: *13,15,16,23,24,25,33,34,35,43,44,45*

Abb. 17 Der Behandlungsplan und die intraorale Frontansicht (t = torque).

zahnärztlich neu versorgt. Die in den SAM-Artikulator montierten Modelle zeigen zu Beginn der Behandlung ausschließlich Kontakt auf den Zähnen 15 zu 45 und auf allen Frontzähnen (Abb. 16). Die linke Seite wies keinerlei okklusalen Kontakt zwischen Molaren, Prämolaren und Eckzähnen auf. Zahn 18 war für eine spätere Extraktion geplant. In dieser speziellen Situation, in der die Oberkieferfrontzähne rekliniert stehen, ist ein Positionieren des Unterkiefers mit einer Aufbisschiene nur begrenzt möglich. Die Modelle zeigen das Ausmaß an inzisalem Schmelzverlust durch den traumatisierenden Frontzahnkontakt. Es besteht ein Verlust an posteriorer Abstützung, der zur Kompression der Kiefergelenke geführt hat (s. Abb. 16).

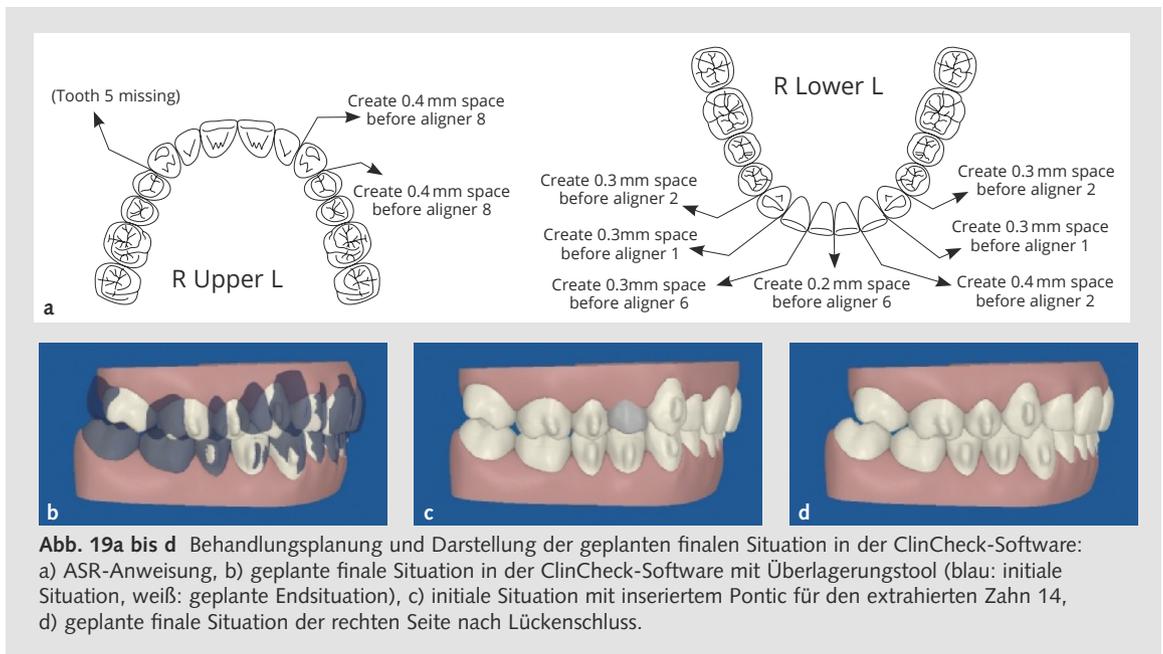
Um den traumatisierenden Frontkontakt zu beheben, erfolgte bei dieser Patientin zuerst eine kieferorthopädische Behandlung mit dem Invisalign-

System. Die Hilfsmittel der G6-Generation für Prämolarenextraktionen waren zum Zeitpunkt der Behandlung noch nicht verfügbar.

Um eine zusätzliche Intrusionskomponente für die Inzisiven zu erreichen und die Okklusion posterior abzustützen, kann ein Speed-Up hilfreich sein.

Die komplette Therapie wurde auf unserem Behandlungsformular vermerkt und geplant. Erst dann wurde der Behandlungsplan online an Align Technology übermittelt. Behandlungsergebnis war ein Overjet von 0,5 mm und eine physiologische posteriore Abstützung (Abb. 17). Die Planung beinhaltete:

- Extraktion des Zahns 14.
- Mesialisierung der Zähne 15, 16 und 17 mit mesialer Wurzelbewegung.
- Distalisation des Zahns 13, gefolgt von den Frontzähnen.



copyright by
not for publication
untesenz

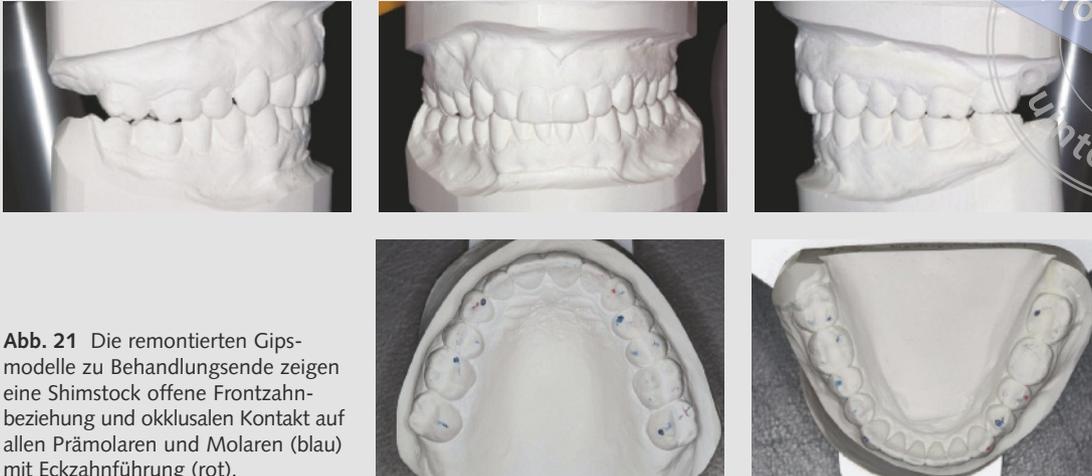


Abb. 21 Die remontierten Gipsmodelle zu Behandlungsende zeigen eine Shimstock offene Frontzahnbeziehung und okklusalen Kontakt auf allen Prämolaren und Molaren (blau) mit Eckzahnführung (rot).

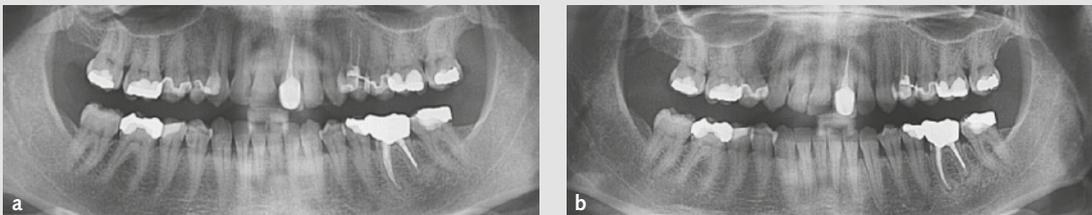


Abb. 22a und b Initiales (a) und finales (b) Orthopantomogramm mit insuffizienten endodontischen Versorgungen.

- Lingualer Wurzeltorque der Oberkieferinzisiven, Attachments zur Verankerung auf den Zähnen 13 und 23.
- Intrusion der Unterkieferinzisiven, Eckzähne und des Zahns 21 zur Einstellung der gleichen gingivalen Höhe wie Zahn 11.
- 0,4 mm Extrusion der Unterkieferprämolaren.

Die Invisalign-Behandlung begann mit dem Kleben der Attachments, es wurden 33 Aligner im Oberkiefer und 20 Aligner im Unterkiefer hergestellt (Abb. 18). Erst nach Eintreffen der Aligner wurde die Extraktion des Zahns 14 angewiesen. Das Einsetzen der Aligner erfolgte kurz nach Entfernung des Zahns. Die IPR-Chart zeigt das Ausmaß der geplanten approximalen Schmelzreduktion im Ober- und Unterkiefer. Die ClinCheck-Software zeigt das geplante Behandlungsergebnis (Abb. 19).

Das Behandlungsergebnis zeigt eine stabile Okklusion auf der rechten Seite in einer Klasse-II-Molarenbeziehung mit allen posterioren Zähnen in okklusalem Kontakt (Abb. 20). Aufgrund der

Mesialisierung kam es zu einer leichten Kippung des Zahns 16 bei stabiler Okklusion.

Die montierten Endmodelle nach der Invisalign-Behandlung zeigen eine „Shimstock offene“ Frontzahnbeziehung und okklusalen Kontakt im Prämolaren- und Molarenbereich mit Eckzahnführung (Abb. 21). Das OPG zeigt keine Auffälligkeiten (Abb. 22). Zahn 15 zeigt eine leicht mesial inklinierte Kronenposition, die vielleicht durch die Verwendung der G6-SmartTech Hilfsmittel für Prämolarenextraktionen nach Einführung 2015 hätte vermieden werden können. Eine endodontische Revision der Wurzelkanalbehandlung Zahn 36 ist geplant.

Die intraoralen Bilder zeigen die analoge Situation wie die der montierten Modelle (Abb. 23). Die Lachlinie konnte verbessert werden, indem die Oberkieferinzisiven harmonisch der Unterlippenkurvature folgen (Abb. 24). Die ursprünglichen Kontaktpunkte der Unterkieferfront sowie der Prämolaren rechts konnten in eine stabile Okklusion mit Eckzahnführung überführt werden. Eine leichte Kronenkipfung der Zähne 13 und 15 in die Extraktionslücke ist vorhan-



Abb. 23 Initiale (a,c) und finale (b,d) Ansichten.

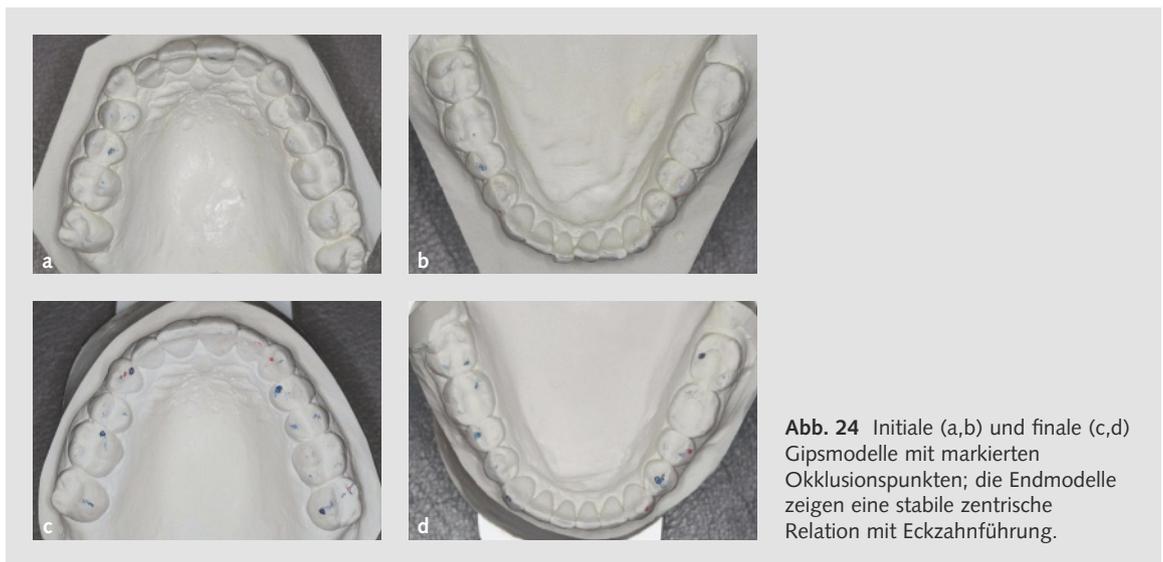


Abb. 24 Initiale (a,b) und finale (c,d) Gipsmodelle mit markierten Okklusionspunkten; die Endmodelle zeigen eine stabile zentrische Relation mit Eckzahnführung.

den, diese mesiale Inklination ist jedoch nicht mit okklusalen Restriktionen verbunden.

Die Planung eines erhöhten Torque werts der Oberkieferfrontzähne mit „Power ridges“ hätte wahrscheinlich zu noch besseren ästhetischen Ergebnissen der Frontzahnrelation geführt.

Die kieferorthopädische Endsituation stellt nun eine optimale Ausgangssituation für die weiterführende konservierende und prothetische Versorgung dar.