

Moderne patientenorientierte KFO-Therapie

Prof. Dr. Gerhard Polzar, Bünden
Dr. Dr. Wolfgang Kater, Dr. Rolf Davids,
Dr. Dominik Schäfer, Bad Homburg

Die Integration neuer medizinischer Behandlungsmethoden und Techniken ist zuweilen mit iatrogenen akademischen Hürden versehen, die den medizinischen Fortschritt mitunter in erheblichem Maße abbremsen können. So ist ganz besondere Vorsicht geboten, wenn einem neuen schulmedizinisch und juristisch anerkannten therapeutischen Mittel schon a priori eine Kontraindikation zugesprochen wird, ohne dass diese aus der Logik des Procedere ihrer Verfahrensweise oder ihres Anwendungsbereiches entspricht, als vielmehr aus der Angst vor dem Neuen, dem Unbekannten und der Unkenntnis seines Potentials.

In solchen Situationen ist es sicherlich ratsam, trotz zurückhaltender Betrachtungsweise vor neuen fortschrittlichen Methoden nicht gleich das Damoklesschwert zu schwingen. Ganz besonders sind hier die wissenschaftlichen Institutionen und Gremien (so auch die DGKFO) gefordert, sich vor regressiven Stellungnahmen zu hüten, um sich nicht des Vorwurfes zu unterziehen, als wissenschaftliche Institutionen von hoher gesellschaftlicher Bedeutung den medizinischen Fortschritt aufhalten zu wollen; oder gar den medizinischen Assekuranzen nicht validierte, keine medizinische Evidenz basierende Argumente bereit zu stellen, damit diese eine Kostenerstattung der Versicherten verweigern können. Nicht nur das Wohl des Patienten kann damit negativ beeinflusst werden, sondern es können sich hieraus gravierende finanzielle Belastungen für den Patienten ergeben, wenn die jeweiligen privaten Krankenversicherungen an den nicht erprobten fortschrittsfeindlichen Urteilen festhalten.

Eine wissenschaftliche Erprobung von universitärer Seite sollte immer einer Stellungnahme vorausgehen, ganz besonders, wenn die Stellungnahme den Anwendungsbereich einer Methode strikt eingrenzt.

Leider ist dies mit keiner DGKFO Stellungnahme zur Invisaligntherapie bezüglich des Indikationsspektrums geschehen. Ungeprüft wurde zur Therapie chirurgischer Fälle eine Kontraindikation ausgesprochen, obwohl gerade mit dem Instrument der elektronischen

dreidimensionalen Therapieplanung mit dem Clin-Check eine ideale Feineinstellung der Okklusion als programmiertes Therapieziel nach chirurgischer Osteotomie simuliert werden kann. Geradezu unverstänlich ist dann die Haltung hiesiger Wissenschaft, dass diese es der Invisaligntherapie nicht zutraut, solche Okklusionseinstellungen auch in vivo zu ermöglichen. Der Schaden für den Patienten, alleine wegen der mangelnden Zahlungsmoral der privaten Versicherungen, die sich auf solche Stellungnahmen stützen, ist gewaltig. Dass solche Stellungnahmen nicht unbedingt den kieferorthopädischen Möglichkeiten und dem kieferorthopädischen Fortschritt entsprechen, wurde schon in vorangegangenen Publikationen belegt.^{1,2}

In der vorliegenden Fallstudie soll exemplarisch überprüft und dargestellt werden, ob die Verwendung der Invisalign- Behandlungstechnik eine adäquate Einstellung der Okklusion zur chirurgischen Vorverlagerung der Mandibula ermöglicht, oder ihr doch in diesem kieferorthopädischen Segment immer noch eine Kontraindikation zugesprochen werden muss.

Die Möglichkeit der Therapieplanung mittels Clin-Check erscheint geeignet, gerade besonders schwierige Therapieschritte in optimaler Weise mit computeranimierter Unterstützung CAD-Technik (= Computer Added Design) voraus zu planen. Dies lässt erwarten, dass diese Technik der Behandlung mit Multibandapparaturen überlegen oder zumindest gleichwertig sein könnte:

Kasuistiken

Fall I:

KI. II2 unimaxilläre chirurgische UK-Vorverlagerung

Befund

Der 38-jährige Patient weist vor Behandlungsbeginn einen ausgeprägten dentoskelettalen Rückbiss mit deutlicher deckbissartiger Retroinklinantion der mittleren oberen Inzisiven auf. Die Verzahnung steht in einer Angle KI II2 mit 3/4 Pb Distalokklusion. Der tiefe Biss wird durch die erhöhte Stellung der unteren Frontzähne mit markanter Spee'scher Kurve verursacht. Sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer liegt ein mäßig-

gradiger frontaler Engstand vor. Die mittleren oberen Frontzähne weisen in Folge der erheblichen Retroinklination und den hierdurch provozierten Parafunktionen inzisale Attritionen auf, so dass eine ästhetisch ungünstige flache Inzisallinie hervortritt, die nicht dem idealen Verlauf der sich beim Patienten abzeichnenden Lachlinie entspricht.

In der Panoramaschichtaufnahme ist ein mittelgradiger generalisierter Knochenabbau mit vereinzelt vertikalen Knocheneinbrüchen zu erkennen, der mit

dem Zigarettenkonsum und der damit einhergehenden parodontalen Belastung in Verbindung gebracht werden kann.

Die Disci stellen sich in beiden MRT-Aufnahmen regelrecht dar, obwohl bei der Manuellen Funktionsanalyse ein initiales beidseitiges Reibegeräusch festgestellt werden konnte. Exophytische mesiale Abgrenzungen an den Gelenkköpfchen weisen auf degenerative Gelenkveränderungen hin. Die sehr steile Gelenkbahnführung entspricht dem steilen Interinzisalwinkel beim

Abb. 1: Oberkieferansicht vor Anfangsbefund



Abb. 2: Unterkieferansicht vor Anfangsbefund



Abb. 3: Rechte Seite Anfangsbefund



Abb. 4: Linke Seite Anfangsbefund



Abb. 5: FRS- Anfangsbefund



Abb. 6: Panoramaschichtaufnahme vor Behandlungsbeginn



Vorliegen eines Deckbisses. Der intraorale parodontale Befund ist regelrecht mit deutlichem marginalen Gingiva-saum in der Unterkieferfront.

Therapieplanung

Nachdem eine kieferorthopädische Ausformung mit Multibandapparaturen und anschließende chirurgische Vorverlagerung des Unterkiefers geplant war, entschied sich der Patient jedoch, die Ausformung beider Zahnbögen mit Invisalign-Schienen vornehmen zu lassen.

Behandlungsverlauf

Zur Ausformung beider Zahnbögen wurden im Oberkiefer 22 Aligner und im Unterkiefer 23 Aligner benötigt. Der letzte Schritt im Clincheck simuliert die chirurgische Unterkiefervorverlagerung. Neben der initialen approximalen Schmelzreduktion im Frontzahn- und Prämolarenbereich, waren noch zusätzliche schmelzreduzierende Maßnahmen in der Unterkieferfront von 0,3 – 0,4mm und 0,5mm mesioapproximale Schmelz-

reduktion zwischen den oberen Inzisiven während des Behandlungsverlaufes von ALG vorgeschlagen. Es ist immer besser, alle Zahnverformenden Maßnahmen vor dem Silikonabdruck zu machen und nicht während der Behandlung. Dadurch sitzen die Aligner besser. Ein Verhaken der Zähne durch zu viel störenden Schmelz oder Lücken von zu viel reduziertem Schmelz wird somit vermieden und es entsteht eine höhere Behandlungssicherheit. Letztendlich führten in diesem Fall die vom Invisalign-Techniker vorgeschlagenen ASR-Maßnahmen dazu, dass vor dem Case-Refinement im OK zusätzlich Schmelz reduziert werden musste, um die Okklusion zu verbessern.

Der Oberkiefer wurde ausgeformt, die oberen seitlichen Frontzähne retrudiert und die mittleren Frontzähne in der Protrusion getorqued. Die Prämolaren sollten derotiert werden. Die eng stehenden und rotierten Unterkieferfrontzähne wurden gleichzeitig derotiert und intrudiert um einen Ausgleich der markanten Spee'schen Kurve zu erreichen.

Nach exakt einem Jahr war die prächirurgische Ausformung der Zahnbögen beendet und der Patient wurde mit den entsprechenden Unterlagen des Zwischenbefundes zum Kieferchirurgen überwiesen.

Abb. 7, 8: Parasagittale MRT-Schnittebene der Kiefergelenke

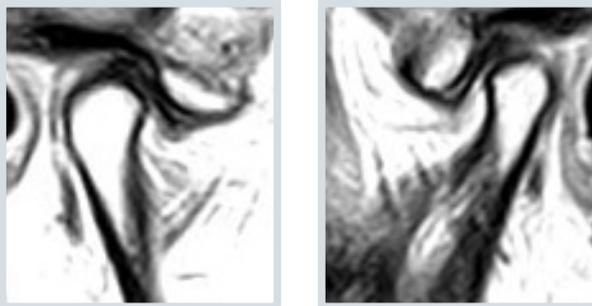


Abb. 9: ClinCheck mit ASR-Angabe

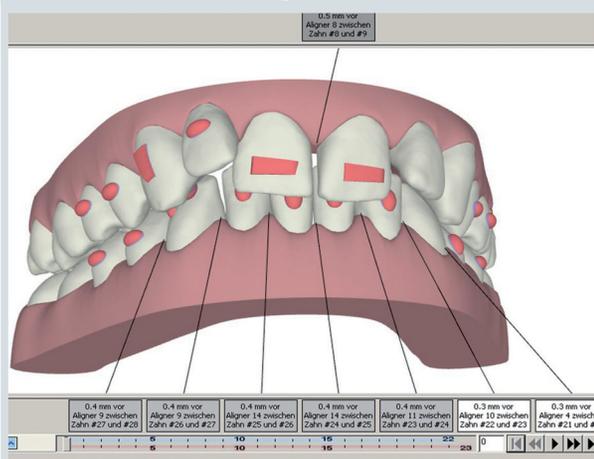
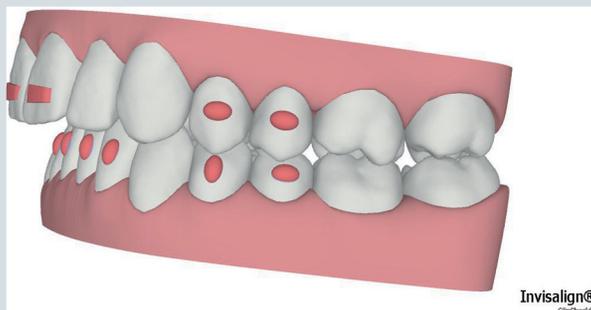


Abb. 10: Linke Seite vor chirurgischer UK-Vorverlagerung



Abb. 11: Linke Seite ChlinCheck vor Chirurgie



Die kieferchirurgische Intervention mit Vorverlagerung des UK erfolgte zwei Monate später und verlief komplikationslos. Die spezielle Operationstechnik mit sagittaler Durchtrennung der Mandibula oberhalb des Eintrittes des Nervus mandibularis wurde unter anderem von Dr. Dr. Kater entwickelt.

Neben der Schonung des Nervus mandibularis kennzeichnet dieses OP-Verfahren, dass es ein besonders gewebefreundlicher, minimalinvasiver chirurgischer Eingriff ist. Als weiterer Vorteil ist die posttraumatische Schwellung relativ gering. Durch zusätzliche Anwendung einer Kältemaske (Abb. 14 a + b) konnten die postoperativen Schwellungen auf ein Minimum reduziert werden.

Ein weiterer Vorteil in dieser Technik sieht Dr. Dr. Kater in der autologen Einstellung des Kiefergelenkköpfchens. Da die Fixation mit den Osteosyntheseplatten nicht so rigide wie bei einer Stellschraubenfixierung ist, positioniert sich das Kiefergelenkköpfchen in der spannungsfreiesten, und besten Position. Eine dorsale Kompression wird hierdurch vermieden (Abb. 12 a).

Einen weiteren Vorteil sieht Kater in der anatomischen Position des chirurgischen Spaltes. Dieser entspricht eher der eigentlichen „Sollbruchstelle“ bei traumatischer verletzungsbedingter Überbelastung des Unterkiefers, was demnach den Heilungsverlauf beschleunigt und die Komplikationsrate erniedrigt.

Abb. 12 a: Grafische Darstellung der Positionierung der Osteosyntheseplatte



Abb. 12 b: 3D-CT mit sagittaler Spaltung des aufsteigenden Astes und Darstellung N.mandibularis

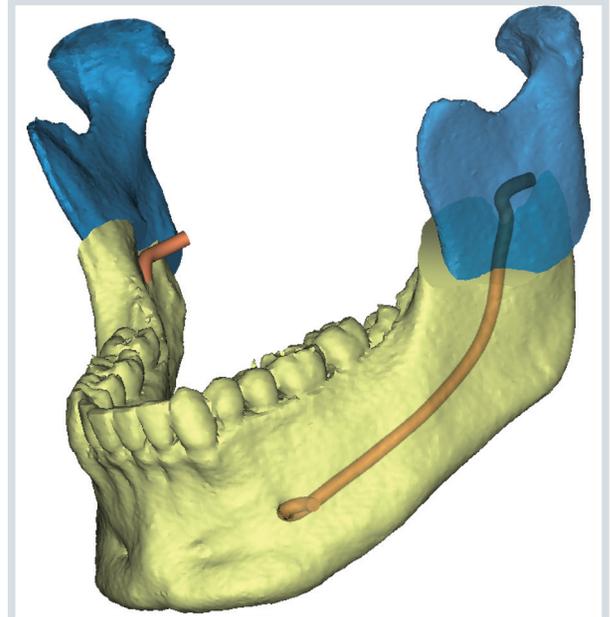


Abb. 12 c: 3D-CT Situation der UK-Vorverlagerung in skeletaler Beziehung zum Schädel

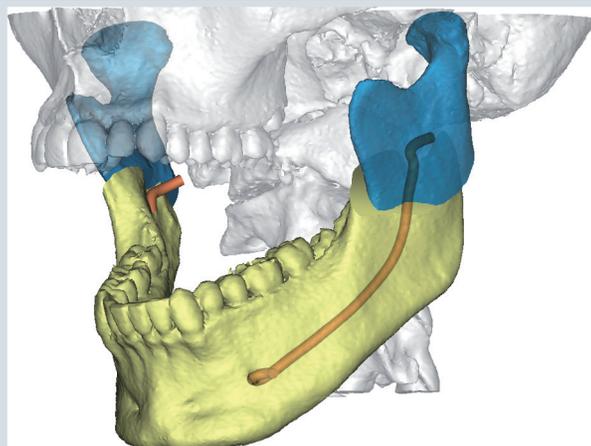


Abb. 13a: Haken an den oberen Eckzähnen und den unteren Prämolaren können zur postoperativen Fixierung eingesetzt werden, wurden hier jedoch nicht genutzt.



Die neue UK-Position wurde mit einem Splint fixiert und mit intermaxillären Gummizügen stabilisiert. Die vorsichtshalber an den oberen Eckzähnen und unteren Prämolaren angebrachten Haken zur Festigung der neuen Bisslage wurden bei diesem Patienten nicht benötigt (Abb. 13a). Interradikulär gesetzte Osteosyntheseschrauben, im OK zwischen den Prämolaren und im UK zwischen Prämolaren und Molar eingeschraubt, dienen zur Stabilisierung des postoperativen Splintes. Somit erfolgte die gesamte kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationstherapie ohne Zuhilfenahme von Multiband-Bracket-Systemen!

Abb. 14a: Hilotherm-Kältemaske zur Reduzierung des postoperativen Ödems



Abb. 14b: Anwendung postoperative Kältemaske am Patienten



Abb. 15: Patient eine Woche nach Chirurgie ohne sichtbare postoperative Schwellungen



Abb. 16: Postoperative Stabilisierung mit Splint und Osteosyntheseschrauben rechts



Abb. 17: Postoperative Stabilisierung mit Splint und Osteosyntheseschrauben links



Dies stellt, soweit den Verfassern bekannt, ein ganz neues Vorgehen in der kieferorthopädisch-chirurgischen Therapie dar. Der Patient wurde schon 2006 operiert. Die kombinierte KFO-chirurgische Behandlungsplanung erfolgte bereits im Jahr 2004.

Mittlerweile ist dieses Verfahren Standard in der Praxis des Erstautors und wurden schon mehrfach mit der kieferchirurgischen Praxis Dr. Dr. Kater/ Dr. Schäfer durchgeführt. Bisher ist dennoch kein Fall bekannt, bei dem eine PKV die Kostenerstattung vor Behandlungsbeginn zugesagt hatte. Erst nach ungläubiger Nachbegutachtung erfolgen dann regelmäßig die Erstattungen der entstandenen Kosten. Diese regressive Haltung ist unter anderem auf die wohl ungeprüfte Stellungnahme der DGKFO zurückzuführen.

Der postoperative Splint wurde vom Patienten in der ersten Woche nach OP ständig getragen. Danach wurde der Splint für zwei weitere Wochen nur noch nachts eingesetzt.

Nach drei Wochen wurde der Splint weggelassen und die Osteosyntheseschrauben wurden entfernt. Die vom Patienten angegebene Hypersensibilität der Zähne des 2 Quadranten verschwand mit entfernen der

Osteosyntheseschrauben. Ansonsten hatte der Patient weder durch die kieferorthopädische Therapie bedingt noch in Folge die chirurgischen Intervention Schmerzen zu beanstanden.

Zwischen der dritten und der 7. Woche nach der Operation wurde auf alle stabilisierenden Maßnahmen verzichtet. Dies sollte zum einen eine vertikale Einstellung der Okklusion fördern und zum anderen den Hinweis auf mögliche Rezidivneigung geben. Ein Rezidiv der mittleren OK-Frontzähne war zu beobachten (Abb 18).

Case-Refinement

Danach wurde die Situation mit Halteschienen stabilisiert und Silikonabdrücke für das postoperative Case-Refinement genommen. Mit 16 weiteren Alignern im OK

Abb. 18: Teilrezidiv der retroinklinierten OK-Front vor Beginn des Case-Reinements



Abb. 19: ClinCheck vor Chirurgie rechts

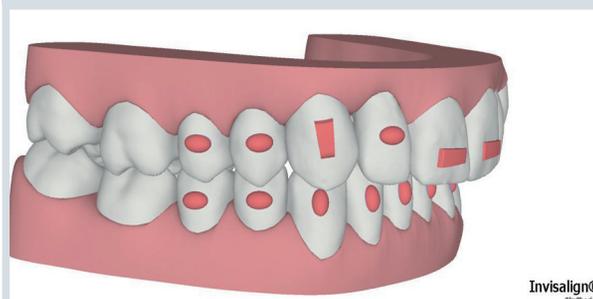


Abb. 21: ClinCheck nach Chirurgie rechts

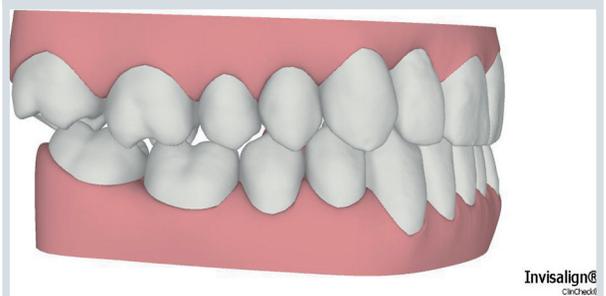


Abb. 20: Intraorale Situation vor Chirurgie rechts



Abb. 22: Intraorale Situation nach Chir. vor Case-Refinement re.



und 7 im UK konnte eine nahezu perfekte Okklusion eingestellt werden. Im OK-Seitenzahnbereich wurden Molaren und Prämolaren extrudiert. Die Bisslage wurde durch einsetzen von KI II Gummizüge an den Aligern stabilisiert.

Vergleich ClinCheck - vor und nach Chirurgie

Der Vergleich des Behandlungsablaufes mit dem vorliegenden ClinCheck zeigt eine weitgehende Übereinstimmung der realen Therapie mit dem vorgegebenen Behandlungsergebnis (Abb. 18 - 22).

Auch bei einer konservativen herkömmlichen kieferorthopädisch kieferchirurgischen Kombinationstherapie kann nicht mit besseren Ergebnissen, bzw. besserer prächirurgischer Kieferaufformung gerechnet werden. Die Hervorsage im ClinCheck erweist sich als sehr zu-

verlässig und gibt mehr Sicherheit bei der durchzuführenden kieferchirurgischen Intervention.

Die noch zu verbessernde Übereinstimmung zwischen ClinCheck und Therapieverlauf ist im Wesentlichen auf die nicht optimale Auswahl der Attachments zurückzuführen. Auch wenn es zu begrüßen wäre, wenn keine postchirurgische Feineinstellung mehr notwendig wäre, so gibt dieser Behandlungsschritt, mit 2-4 wöchigem Setzen der Okklusion auch die Chance, die Gefahren möglicher Rezidivbewegungen (Abb. 18) rechtzeitig zu erkennen, so dass diese Informationen mit in das abschließende Case-Refinement einfließen können.

Attachmentauswahl

Damit diese Extrusionsbewegung übertragen werden kann, müssen Attachments verwendet werden. Diese sind hier rechtwinklige horizontale ca. 1 mm dicke Attachments, welche nach Okklusal geneigt sind und zum Gingivalrand schräg abstehen.

Abb. 23: Horizontale geneigte (bevelled) Attachments zur Sicherung der Extrusionsbewegung

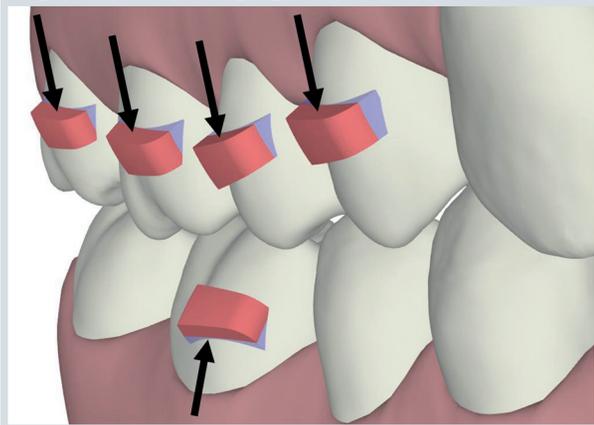


Abb. 24: Rechtwinkliges Attachment, Aligner kann mit Bewegung aussteigen

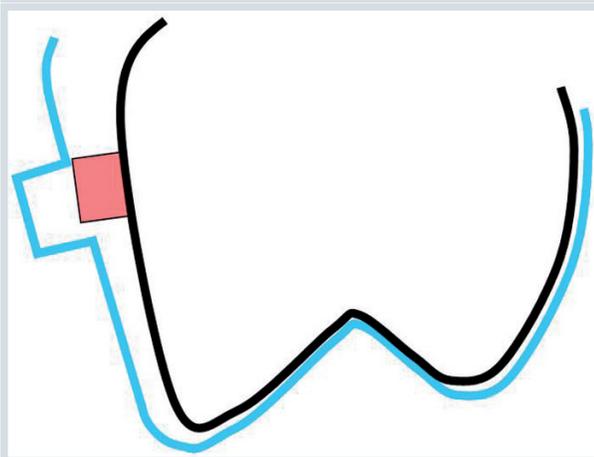
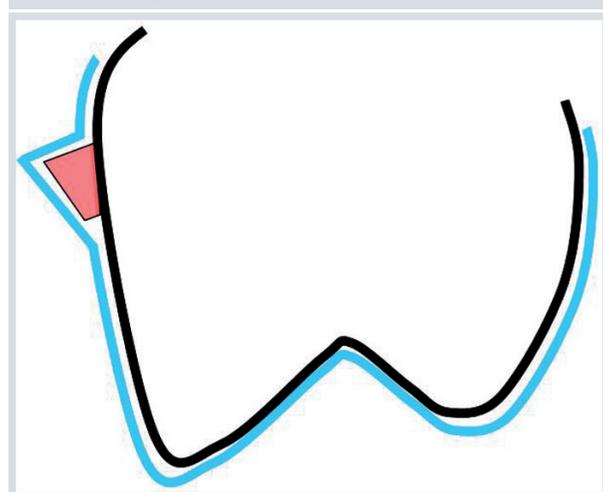


Abb. 25: Geneigtes Attachment führt den Zahn in den Aligner



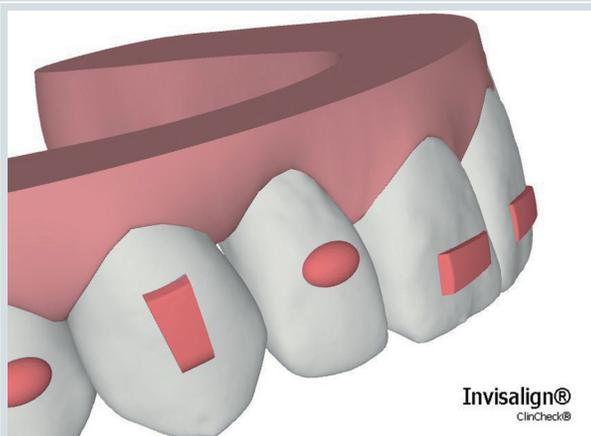
der Aligner nicht mehr richtig. Er schnappt dann nicht mehr in das Attachment ein und jede weitere Extrusionsbewegung würde sich nicht mehr übertragen. Bei einem geneigten (bevelled) Attachment hat der Zahn jedoch viel besser die Möglichkeit, sich gleitend in die gewünschte Position zu bewegen und ein nächstfolgender Aligner gliedert sich ebenfalls besser ein.

Die Gefahr, dass ein Attachment aus dem Aligner aussteigt und nicht mehr richtig sitzt wird hierdurch minimiert (Abb. 24,25). Ähnlich wird mit den Attachments im OK zur Einstellung des Torques und bei rotierten Einzelzähnen verfahren. Bei der Einstellung des Torques will der Zahn dieser Bewegung ausweichen, indem er intrudiert. Um diese wegschlupfende Nebenwirkung zu vermeiden, werden wieder geneigte Attachments verwendet.

Abb. 26: Zu schwach dimensioniertes Attachment kann die Intrusion als Nebenwirkung des Torque nicht verhindern.



Abb. 27: Zu schwach dimensioniertes Torque-Attachment



Diese sind quadratisch mit 4 mm oder 4 x 2 mm horizontal. Der obere gingivale Rand steht 2mm ab, der untere Rand läuft gegen 0.2-0.5 mm aus. Damit diese Attachments gut funktionieren und die Kraft gut übertragen, ist es wichtig, diese so weit wie möglich nach inzisal zu positionieren. Ein Abstand von 0.5-1 mm zur Inzisalkante ist optimal.

Je weiter die Attachments nach gingival gesetzt werden umso geringer ist die Kraft, mit welcher der Aligner an dem Attachment hält. Ursache hierfür ist die am Alignerrand höhere elastische Verformbarkeit. Da bei jeder Torquebewegung an der Zahnkrone ein sehr viel größeres Bewegungsmoment an der Wurzelspitze dieser Zähne verursacht wird, werden alle Torquebewegungen nur mit einem viertel der üblichen Bewegungsschrittgröße realisiert. Dieses langsame Vorgehen minimiert

Abb. 28: Case-Refinement, ideales 4.4.2 Torque-Attachment

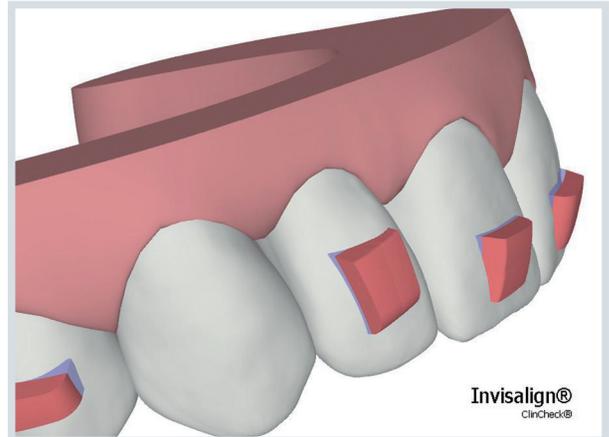
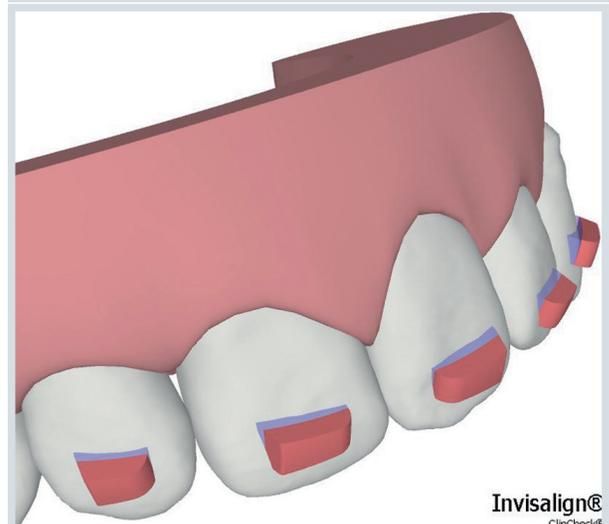


Abb. 29: Neue Torque-Attachments, jetzt in horizontal schmaler Form



das Risiko der Wurzelspitzenresorption, wie es gerade bei der Verwendung von Multibandapparaturen mit übermäßiger, nicht dosierbarer Krafteinwirkung auf die Wurzelspitzen auftritt. Das Weglassen von geeigneten Attachments bei Torquebewegung verursacht eine Intrusion der Frontzähne. Die Zähne werden dann nicht mehr vom Aligner gefasst. Dieser negative Effekt ist hier gut zu sehen. Zu Beginn der Behandlung wurden die inzisalen Attachments nicht ausreichend dimensioniert, so dass der rechte obere Schneidezahn intrudierte und aus der Zahnsperre heraussteigen konnte (Abb. 26). Das von Align Tech vorgegebene Attachment hatte lediglich eine gingivale Stärke von 0,5 -1 mm.

Abb. 30: Abgeflachtes Attachment mit hoher Seite (pushing side/ edge side) als Angriffsfläche für die zu bewegende Kraft.

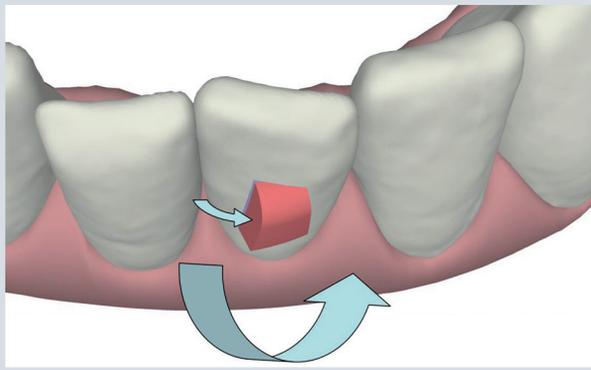


Abb. 32: Gesicht vor Behandlungsbeginn



Die intrudierende Kraft, die auf den Zahn 11 wirkte überwog die Retentionskraft des Aligermaterials, dieses wurde dann nach anterior verformt. Der zu bewegende Zahn konnte aus dem Aligner aussteigen. Ein Case-Refinement war nun unvermeidlich. Die minimale Stärke eines „Bevelled Attachments“ sollte 1,5mm Höhe an der seitlichen geneigten Ebene aufweisen. Leider wird von der Fa. Align Tech seit Anfang 2008 die Bereitstellung der sehr gut bewährten quadratischen 4.4.2 Attachments nicht mehr unterstützt (Abb. 28). Horizontale 4.2.2 Attachments sollen diese ersetzen (Abb. 29).

Abb. 31: Abgerundete für Torque insuffiziente Attachments mit unsicherem Kraftvektor begünstigen Aussteigen der Aligner.

Hier Versuch der nachträglichen Korrektur mit Knopfanker und Gummizügen. Besser ist es jedoch, gleich die richtigen Attachments zu verwenden



Abb. 33: Gesicht nach Behandlungsabschluss



Diese bergen die Gefahr von zu hohen Zugkräften beim Ausziehen der Aligner und sind deshalb bei Parodontosepatienten eher in der Kronenmitte zu platzieren.

Für Rotationen im unteren Frontzahnbereich werden ebenfalls rechtwinklige Attachments verwendet. Diese sind ca. 1 mm stark und werden vertikal positioniert (Abb. 30). Die abstehende Seite ist immer die Arbeitsseite oder „pushing side“ mit welcher der Aligner auf das Attachment drückt und den Zahn bewegt. Dort wo der Zahn hin rotiert wird, ist die abgeflachte geneigte (=beveled) Seite.

Die gleichen Vorteile, die dieses Vorgehen bei einer Extrusion mit horizontalen Attachments hat, finden sich bei der Derotation mit vertikalen Attachments. Beach-

tet man das Prinzip der „Beveled Attachments“, so werden die abgerundeten Attachments überflüssig.

Retention

Nach Abschluss der aktiven Behandlung wurden die abradierten Schneidezähne mit Composite wieder aufgebaut, ein lingualer permanenter Retainer eingesetzt und zusätzlich tiefgezogene Retentionsschienen für die Nacht eingegliedert. Die gesamte aktive Behandlungszeit hatte zwei Jahre und 2 Monate gedauert. Die Gesamtbehandlung zwei Jahre und 5 Monate. Für die reine kieferorthopädische Bewegung wurden 19 Monate benötigt, davon 10 1/2 Monate für die prächirurgische Ausformung und 8 1/2 Monate für die postchirurgische Feineinstellung der Okklusion.

Abb. 34,35: Profilvergleich vor und nach chirurgischer Unterkieferverlagerung



Abb. 36: Lächeln vor Behandlungsbeginn



Abb. 37: Lächeln nach KFO und plastischem Aufbau der Frontzahnattarttiomen



Abb. 38 Patient zu Beginn der Invisalign-Therapie



Abb. 39: Patient über zwei Jahre nach KFO-chirurgischem Eingriff mit stabilem Ergebnis.



Diskussion

Invisalign-Chirurgie kontraindiziert?

Kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlungen gehören zweifellos zu den komplexeren Fällen. Das Voreinstellen der Okklusion und Anpassen des Zahnbogens in der prächirurgischen Phase ist mit festsitzender Multibandapparatur unter Verwendung standardisierter Bogenformen immer problematisch. Häufig wird nur ein Dreipunktkontakt in der Modell-OP Situation erreicht. Dieser gilt jedoch als ausreichend, da ohnehin nach jeder chirurgischen Umstellungsosteotomie eine Einstellung der Okklusion erfolgt. Die von Ricketts et. al und Roth/Williams geforderte Vorausplanung als VTO (Visual Treatment Objective) wird in Bezug auf die Okklusionseinstellung und den intraoralen Status mit dem ClinCheck in beispielhafter Weise erfüllt. Hier ist die Invisalign-Technik der herkömmlichen MB-Technik weit überlegen.

Die Empfehlungen der Firma, welche mit einer neuen Behandlungsstrategie auf den kieferorthopädischen Markt geht, sind verständlicherweise sehr konservativ und zurückhaltend. Würde sie das Behandlungsspektrum sehr weit auslegen und es käme hierbei zur Anhäufung von Misserfolgen oder Kompromissen, so hätte sie zum einen schnell ihre Kundschaft verärgert und zum anderen hätte sie die konservativen Kritiker gegen sich aufgebracht.

Diese von einer kieferorthopädischen Firma vorgeschlagenen Einschränkungen der Indikation können jedoch nicht ohne weiteres ungeprüft von den wissenschaftlichen Institutionen³ übernommen werden. Hier hätte durchaus eine Prüfung erfolgen müssen, insbesondere wenn eine Kontraindikation ausgesprochen wird!

In anderen Bereichen, wie der Materialeigenschaften superelastischer Bögen wird auch nicht dem Hersteller alleine Glauben geschenkt, sondern es wurden schon viele Dissertationen zu diesem und anderen Gebieten veranlasst, bevor eine wissenschaftliche Stellungnahme abgegeben wurde.

Auch wenn jeder neuen Technik eine gesunde Skepsis gegenüber stehen sollte, so ist es für die Kieferorthopädie nicht förderlich, wenn diese Skepsis sich ungeprüft derart ausweitet, dass hierdurch medizinischer Fortschritt und Innovation völlig ausgebremst, ja sogar verhindert werden. Universitäre Studien zur Anwendungsmöglichkeit der Invisaligntechnik bei kieferchirurgischen Fällen liegen bis dato nicht vor, bzw. sind nicht genügend veröffentlicht worden. Die vom Behandler gemachten Erfahrungen sind durchwegs positiv. Eine noch bessere Planung und Übertragung zur Voreinstellung der gewünschten Okklusion ist mit einem anderen System bisher nicht möglich.

Weitere exemplarische Beispiele der KFO-Chirurgie mit Invisalign:

KI II1 Bimaxilläre Chirurgie

Die vierzigjährige Patientin hatte schon ihren elfjährigen Sohn in Behandlung mit Invisalign und wünschte nun auch eine Korrektur ihrer Kiefer- und Zahnfehlstellung. Wegen der ausgeprägten sagittaler Stufe von fast

Abb. 40: ClinCheck vor KFO + Chirurgie

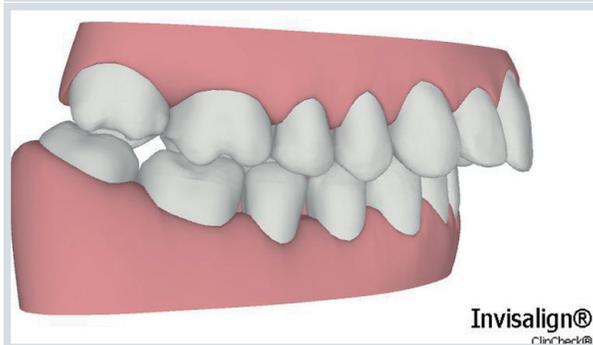


Abb. 41: ClinCheck nach KFO + Chirurgie

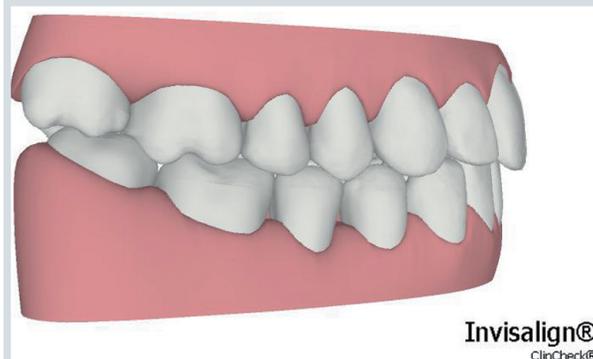


Abb. 46: Profil; Anfangsbefund



Abb. 47: Profil nach Abschluss mit Kinnplastik



Abb. 42: Intraorale Situation Anfangsbefund



Abb. 43: Intraorale Situation nach KFO-Chirurgie



Abb. 44: FRS-Analyse Anfangsbefund

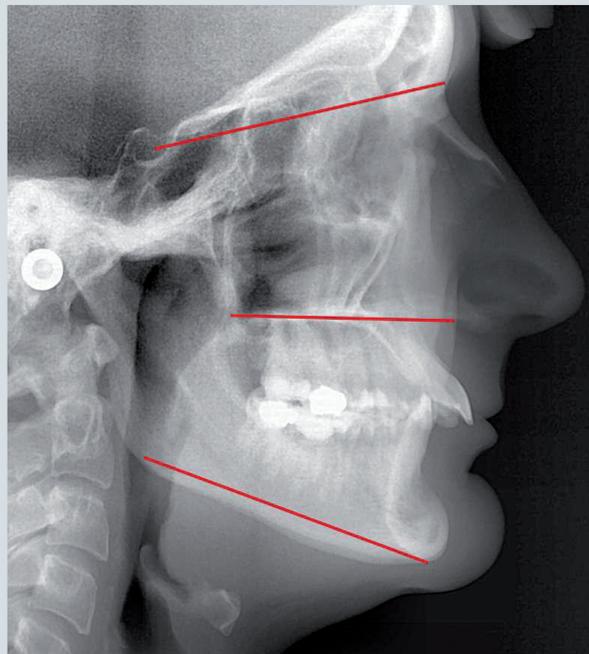
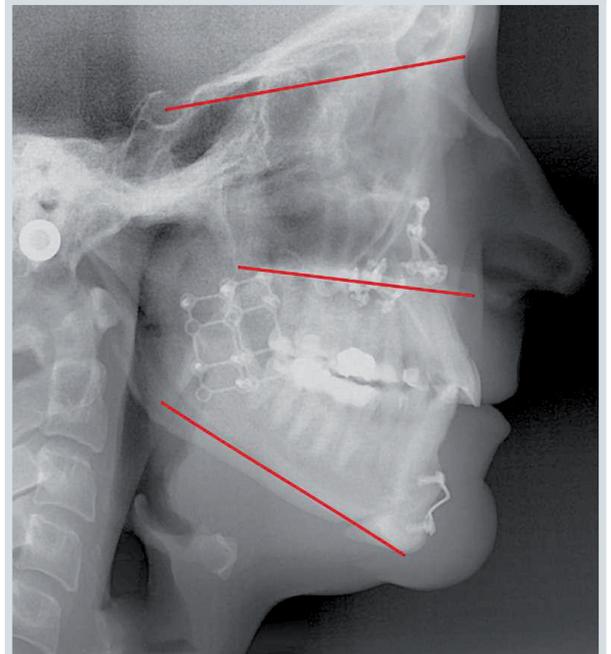


Abb. 45: FRS nach KFO-Chir. mit deutl. OK-Caudalschwenkung



10 mm und einer zu geringen Mittelgesichtshöhe wurde ein bimaxilläres chirurgisches Vorgehen mit mesiocaudaler Schwenkung des Oberkiefers geplant. Neben der verbesserten Gesichtsästhetik hat das den Vorteil, dass der Unterkiefer nicht ganz so weit nach anterior verlagert werden muss. Dies hilft, ein muskulär induziertes Rezidiv zu vermeiden. Dennoch war es bei der Patientin erforderlich, den nach anterior verlagerten Unterkiefer mit einer Kinnplastik zu reduzieren.

Bis zur chirurgischen Intervention wurden im OK 21 und im UK 23 Aligner benötigt. Nach einem Jahr konnte die Umstellungsosteotomie durchgeführt werden.

KI III Bimaxilläre Chirurgie mit Distraktionsosteogenese im OK/UK

Der achtunddreißigjährige Patient ist aufgrund seiner beruflichen Tätigkeit darauf angewiesen, eine möglichst unauffällige KFO-Behandlung zu bekommen. Das transversale Defizit in Kombination mit der ausgeprägten bimaxillären Anteinklination der Front erfordert

nach herkömmlicher Therapieplanung die Extraktion von 4 Prämolaren.

Erst die vorgeschobene transversale Erweiterung mit Hyraxschraube und chirurgisch unterstützter transversaler Erweiterung und die ausgleichende transversale Distraktion im UK ermöglichte eine extraktionsfrei kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationstherapie mit achsengerechter Einstellung der Front.

Der Interinzisalwinkel konnte von 100° auf 127° verbessert werden. Eine kombinierte chirurgische Einstellung beider Kiefer wurde durchgeführt. Die gesamte Behandlung erstreckte sich über einen Zeitraum von 4 Jahren.

Abb. 48: ClinCheck vor Invisalign-Therapie

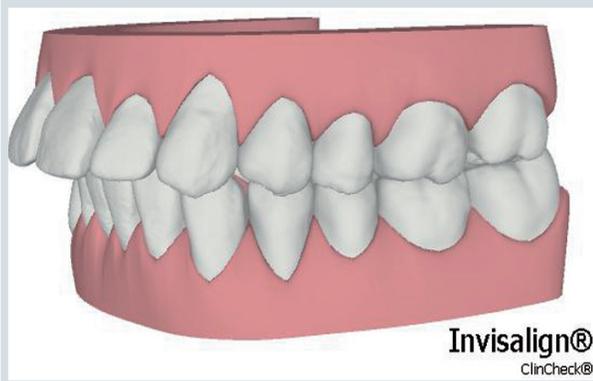


Abb. 49: ClinCheck nach KFO + Chirurgie

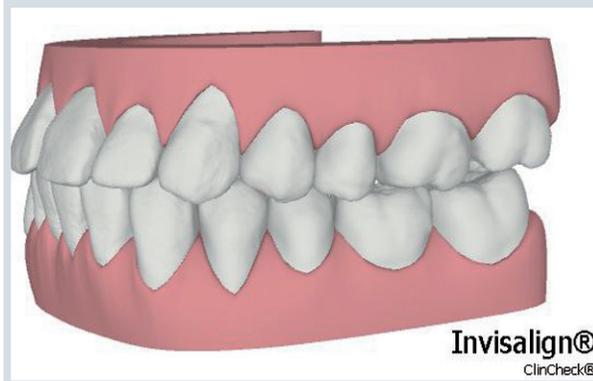


Abb. 50: Intraorale Situation vor Invisalign-Therapie



Abb. 51: Intraorale Situation nach KLII-Chirurgie



Abb. 52: OPT direkt nach aktiver Distraktionsosteogenese im Unterkiefer

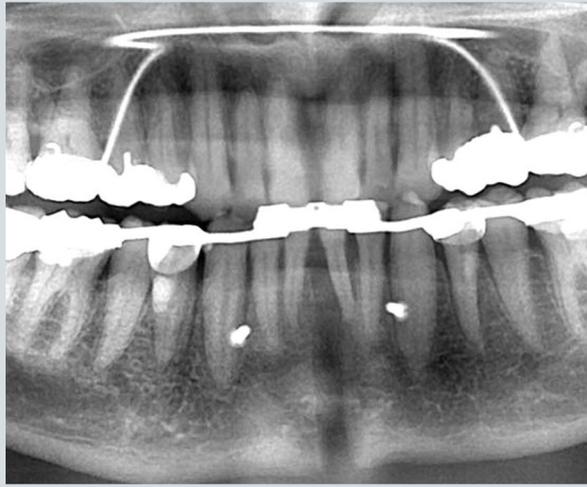


Abb. 53: OPT nach Ossifizierung des Distraktionsosteogenese-spalte

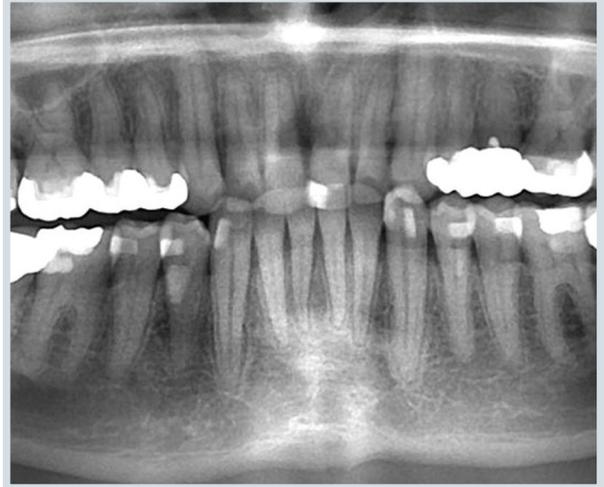
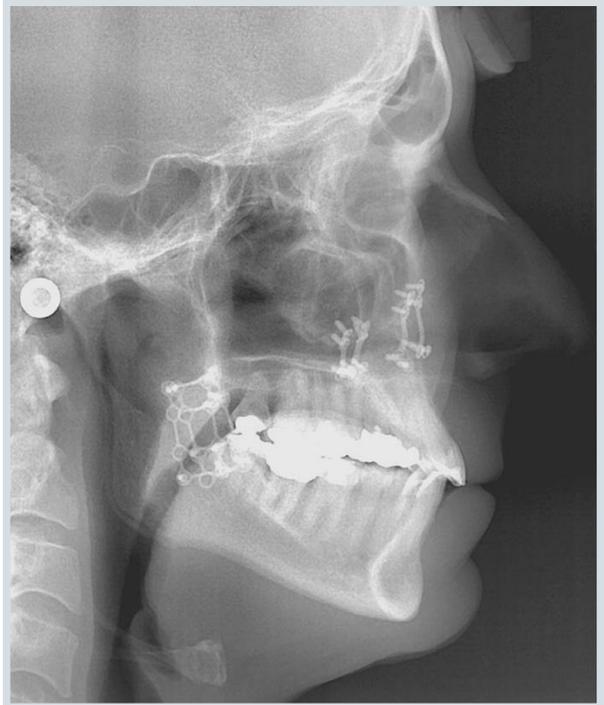


Abb. 54: FRS-Bild Anfangsbefund



Abb. 55: FRS-Bild nach bimaxilärer Chirurgie



KI III Chirurgie Kombinierte OK-Vorverlagerung u. UK-Schwenkung

Die fünfzehnjährige Patientin hatte eine sagittale Unterentwicklung des Oberkiefers und einen prognen Wachstumsschub des Unterkiefers. Die hyperplastisch vergrößerten, bakteriell infiltrierten Tonsillen und der schwache Zungentonus mit tiefliegender Position der Zunge verstärkten die vorliegende Fehlentwicklung mit zirkulärem Kreuzbiss von Zahn 15 bis 22. Trotz kom-

pensierter Retroinklination der UK-Front und Anteinklination der OK-Front sind alle Frontzähne im Kreuzbiss verzahnt. Die Kompensation berücksichtigende Ermittlung der Bisslage ergab eine progene Bisslage von $1^{1/4}$ Pb rechts und $2^{1/4}$ Pb links, sowie eine mandibuläre Mittellinienverschiebung von 3 mm nach rechts. Die prächirurgische Ausformung erfolgte ausschließlich mit Invisalign. Es wurde im OK 15 und im UK 19 Aligner zur Ausformung der Zahnbögen vor der chirurgischen Intervention benötigt.

Abb. 56: Intraorale Anfangssituation rechts mit Attachment



Abb. 57: Intraorale Anfangssituation links mit Attachment



Abb. 58,59: ClinCheck vor Behandlungsbeginn (1. Aligner) rechts



Abb. 59: ClinCheck vor Behandlungsbeginn (1. Aligner) links



Abb. 60: ClinCheck nach Umstellungsosteomie rechts



Abb. 61: ClinCheck nach Umstellungsosteomie links

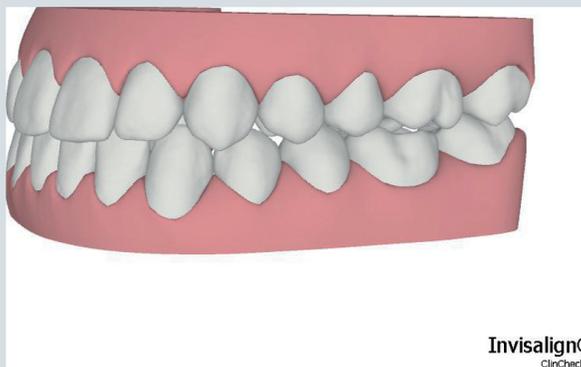


Abb. 62: Intraorale Situation nach Progenie-Chirurgie rechts



Abb. 63: Intraorale Situation nach Progenie-Chirurgie links



Abb. 64: Lächeln vor Invisalign-Chirurgie



Abb. 65: Lächeln nach Invisalign-Chirurgie



Abb. 66: Patientin vor KFO-Chirurgie mit Invisalign



Abb. 68: Profil-Vergleich vor und nach KLIII-Chirurgie



Abb. 67: Patientin nach KLIII-Invisalign-Chirurgie



Abb. 69a: Simplant 3D-CT-OP-Planung mit Osteotomie, Schnittführung und überlagernde Darstellung der UK-Schwenkung

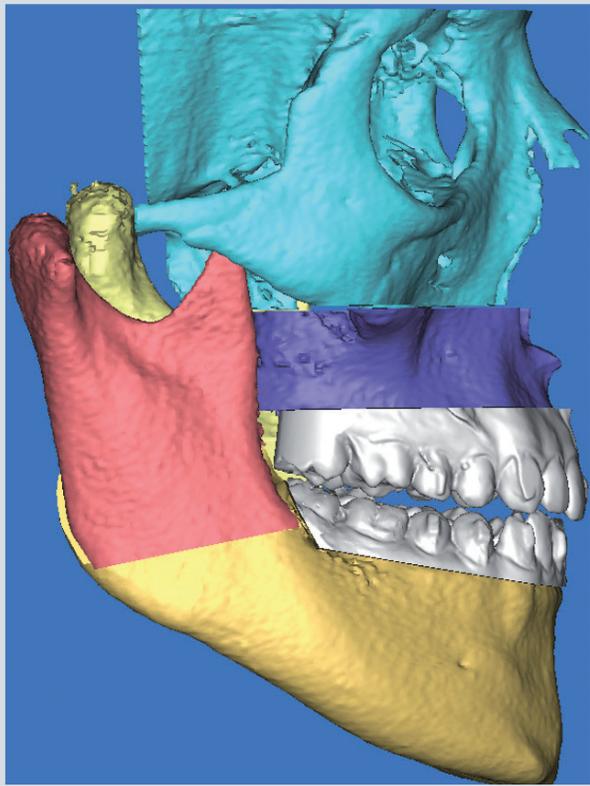
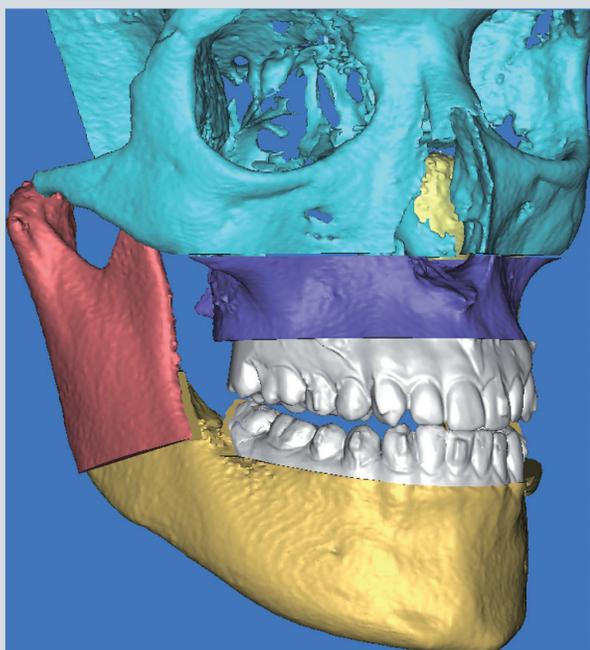


Abb. 69b: Simplant 3D-CT-OP-Planung mit Darstellung der Osteotomie-Schnittführung



Laterognathie Chirurgie

Die zweiundzwanzigjährige Patientin hatte bereits eine mehrjährige Multibandbehandlung und abschließende Retention hinter sich. Sie klagte über Kiefergelenkschmerzen, insbesondere bei Stress.

Es liegt eine deutliche Laterognathie mit cranialer Neigung der rechten Maxilla vor. Die Zähne 22, 23 und 25 stehen im Kreuzbiss. Die rechte Seite hat eine progene Verzahnung. Der Zahn 23 steht deutlich retroinkliniert in mesio-palatinaler Rotation.

Neben der Mittellinienverschiebung ist die Seitenabweichung des Unterkiefers nach links und deutlicher linksbetonter Abweichung des Kinns auffällig (Abb. 72 und 73). Es liegt eine partielle anteriore Discusverlagerung beidseits mit linksseitiger Gelenkdegeneration vor.

Trotz des eindeutigen Befundes einer Laterognathie wurde von der GKV nach Begutachtung jegliche Kostenübernahme abgelehnt.

Die Behandlung erfolgte initial mit einer transversalen Erweiterung von 6,5 mm mit gegossener Hyrax-Apparatur. Wegen des noch jugendlichen Alters wurde auf eine chirurgische Unterstützung der Gaumenerweiterung verzichtet. Nach einem halben Jahr der Stabilisierung und einem Monat ohne apparative Unterstützung konnte mit der Ausformung der Zahnbögen mit Invisalign begonnen werden. Es wurden 13 Aligner im OK und 15 Aligner im UK benötigt.

Die chirurgische Intervention erfolgte mit Kaudalschwenkung des linken Maxillateils sowie Öffnung des linken aufsteigenden Astes und Rotation der Mandibula. Die Mittellinie konnte noch nicht ganz exakt eingestellt werden, da der Eckzahn 23 bisher nicht vollständig ausrotiert ist.

Die Feineinstellung des OK mit weiteren 10 Alignern kann das schon gelungene Behandlungsergebnis noch weiter verbessern. Trotz der kieferchirurgischen Intervention und der Absage der Kostenbeteiligung der GKV ist die Patientin froh, diese Behandlung gemacht zu haben. Sie ist schon jetzt mit dem Ergebnis sehr zufrieden.

Abb. 70: ClinCheck mit erstem Alignersschritt trotz GNE immer noch Kreuzbiss bei 22,23

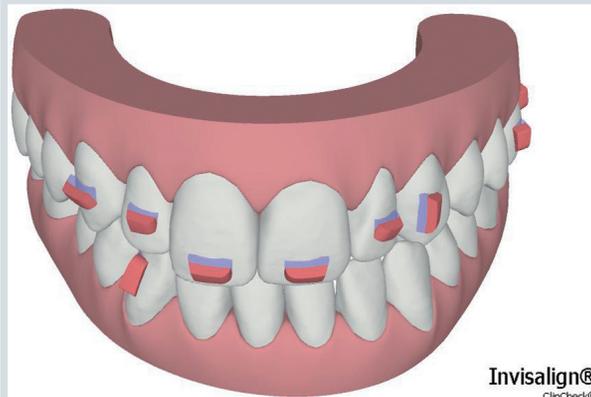
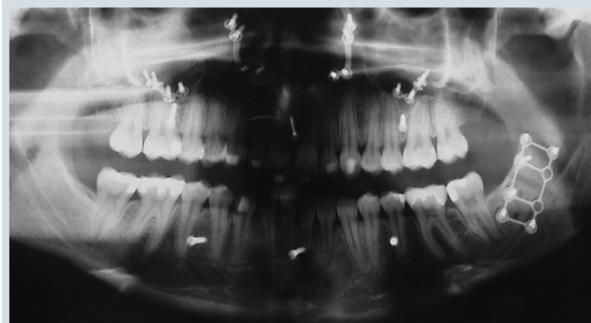


Abb. 72: Vor OP. deutl. asymetr. Abweichung d. Kinns nach links



Abb. 74: Auf dem OPT gut zu erkennen, die unilaterale Operation UK auf der linken Seite



Splint ja oder nein?

Wie in den vorliegenden Fällen dargestellt ist, lässt sich eine geeignete Voreinstellung der Okklusion erreichen um einen kieferchirurgischen Eingriff erfolgreich durchzuführen. Neu im Vergleich zu den bisher auf den Invisalign Fortbildungen vorgestellten chirurgischen Fällen ist, dass kurz vor der chirurgischen Intervention

Abb. 71: Intraorale Situation zu Beginn der Invisalign-Therapie



Abb. 73: Postoperative Verbesserung der Symmetrie der unteren Gesichtshälfte



Abb. 75: Nach OP noch geringe Mittellinienabweichung durch Okklusionsstörung des noch nicht vollständig ausrotierten oberen linken Eckzahnes.



keine zusätzlichen Vollmultibandapparaturen eingesetzt werden müssen. Bei allen Fällen konnte auf die intermaxilläre Bracketfixierung verzichtet werden.

Bei einem optimalen Behandlungsverlauf einer reinen UK-Vorverlagerung ist die Zuhilfenahme von OP-Splints mitunter entbehrlich. Die durch den Splint verursachte

vertikale Diskrepanz wäre somit vermeidbar und würde den Aufwand der erforderlichen Nachbehandlung erheblich reduzieren. Somit sind dann jegliche Verankerungspunkte wie Brackets oder interradikuläre Schrauben obsolet. Die mit ClinCheck mögliche, exakte Planung der Zahnbogenform ergibt eine derart gute Kongruenz, dass auf die oben beschriebene postchirurgische Splintfixierung bei unimaxillärer OP verzichtet werden kann.

Welche Attachments funktionieren gut?

Im Behandlungsverlauf des vorliegenden ersten Falles zeichnet sich deutlich ab, welche Attachments ihre zugeordnete Aufgabe erfüllen. Wie schon oben beschrieben, ist es sinnvoll, sich nur auf rechtwinklige Attachments zu beschränken, da die ovalen Attachment eine sichere Kraftübertragung nicht garantieren können. Auch sollte die Höhe der Attachments nicht unter 1 mm sein und die Position der Torqueattach-

ments in der Nähe der Inzisalkante liegen. Wie hier in der Abbildung 26 zu sehen ist, war das verwendete horizontale Attachment mit 0.5mm an Zahn 11 und 21 zu flach, um ein Ausweichen mit Intrusion als Nebenwirkung zu verhindern. Der Zahn weicht nach cranial aus und die Aligner sind nicht mehr von der Zahnkrone ausgefüllt (Abb. 26 schwarzer und weißer Pfeil). Auch bei der Derotation des linken unteren ersten Inzisivus hatte die Applikation eines ovalen Attachments nicht ausgereicht (Abb. 2 und 11) um die Korrektur der Zahnfehlstellung vollständig zu ermöglichen. Erst ein nach distal „gebeveled“ geneigtes Attachment ermöglichte die gewünschte Zahndrehung (Abb. 30).

Auf die zusätzliche Anbringung von lingualen Attachments sollte nach Möglichkeit verzichtet werden, da die Aligner ansonsten zu schwer zu wechseln sind und dabei die Gefahr bestünde, dass die Attachments ab-

Abb. 76: Seitlich horizontale Prämolarenattachments zur Unterstützung der Unterkiefer-Frontzahnsituation

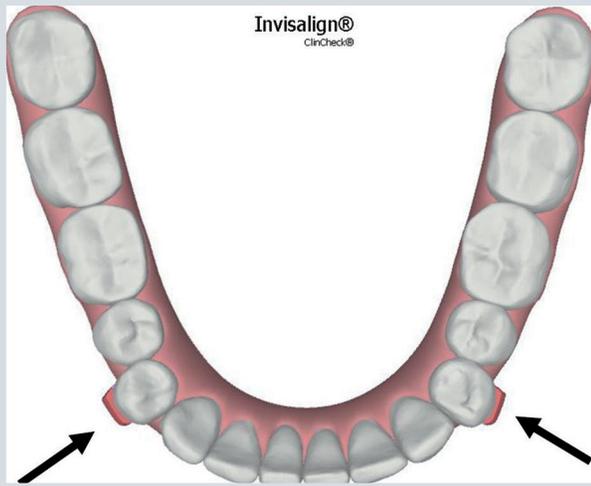


Abb. 77: Altes T-Attachment zur Gewährleistung schwieriger Eckzahnbewegungen, hier posterior Lückenschluss

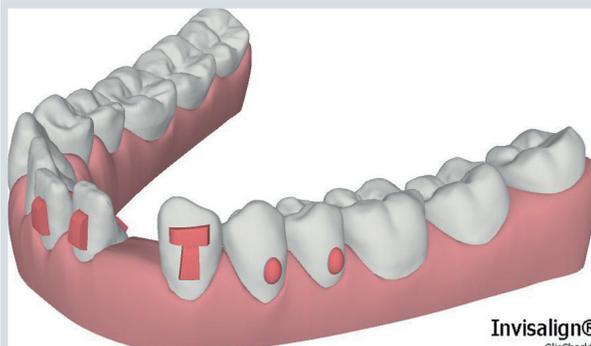


Abb.78: neue Möglichkeit zur Kraftübertragung von Eckzahnrotationen ohne Aussteigen von Alignern

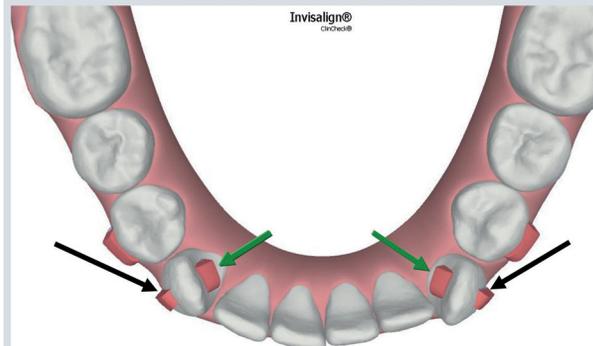
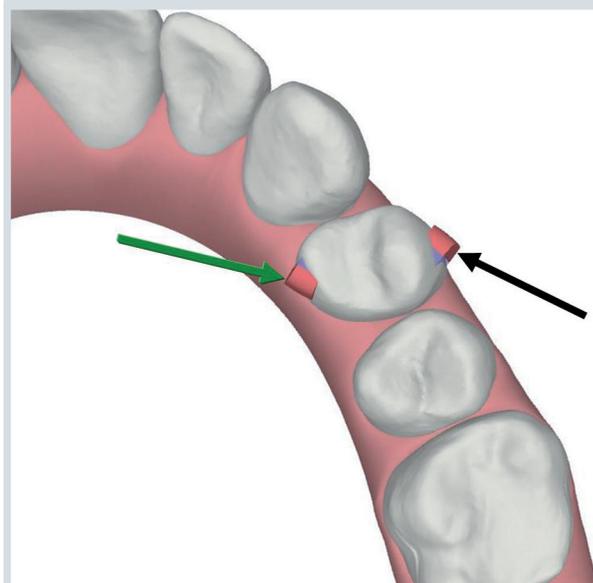


Abb. 79: Prämolarenrotationen mit bukkalen und lingualen Rotationsattachment.



gerissen würden. Wird eine erhöhte Friktion benötigt, so ist dies genauso durch Erhöhung des schon labial verwendeten Attachments auf 1,5 mm bis 2,0 mm zu erreichen. Bei zu hoher Spannung, sollte jeder Aligner vor dem ersten Einsetzen durch spreizen mit den Fingern vorgedehnt werden. Als Unterstützung zur Intrusion der UK-Front werden an den Prämolaren, oder wie hier an den unteren Molaren horizontale Attachments verwendet, die dann auch ohne Neigung positioniert sein können (Abb. 23, 76). Aber auch ohne diese Hilfs-attachments lassen sich Frontzahnintrusionen leicht erreichen, da bei dieser Bewegung die Aligner quasi an

Abb.80: Funktionsweise der Rotationsattachments mit Kraftansatz auf der abstehenden Seite. Die Eckzahnrotation gelingt mit dieser Anordnung (grüne Pfeile) allerdings nicht immer.

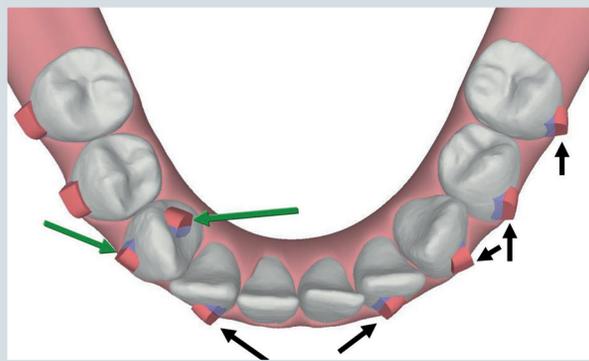


Abb. 81: Schema zum Einhängen von Gummizügen

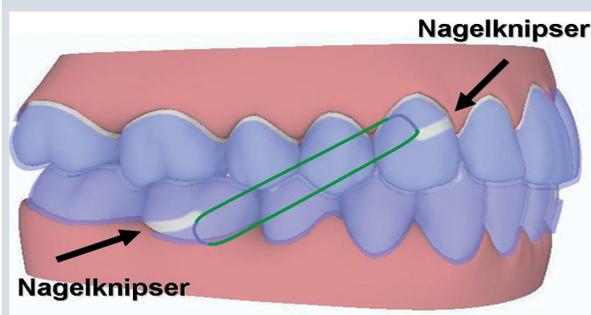


Abb. 82: KI II Gummizüge in situ



den seitlichen Kauflächen abstehen und jede Beißbewegung eine intrusive Kraft auf die Frontzähne bewirkt.

Für die Rotation von gedrehten Eckzähnen ist ein T-Attachment geeignet (Abb. 77). Dieses besteht aus einem vertikalen Attachment auf das nach okklusal ein horizontales Attachment aufgesetzt wird. Leider werden diese seit 2008 von der Fa. ALG mit der Begründung der Produktionsausschussminimierung nicht mehr angeboten.

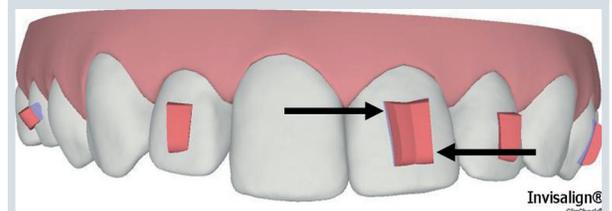
Eine Alternative hierzu wäre neben der Verwendung geneigter Attachments zusätzlich ein dickes horizontales Attachment auf der lingualen Seite zu setzen (Abb. 78). Okklusale Differenzen können hierbei insbesondere im Oberkiefer entstehen. Da die zuckerhutähnliche konische Form der unteren Eckzähne bei einer Rotation immer zum Aussteigen der Aligner führt und somit die gewünschte Bewegung unterbindet, kann hier auf die Hilfe von Attachments zur Sicherung des Haltes nicht verzichtet werden!

Das Einsetzen von geneigten Rotationsattachments funktioniert bei Frontzähnen recht gut. Der Kraftansatz zur Rotationsbewegung liegt immer auf der abstehenden Seite (Abb. 78 schwarze Pfeile). Während es bei Prämolarenrotationen sinnvoll ist, sowohl ein bukkales vertikales, als auch ein linguales vertikales geneigtes Attachment anzubringen (Abb. 79), funktioniert dies bei der Rotation von Eckzähnen (Abb. 80 grüne Pfeile) in der Regel nicht. Hier sollte zur Verhinderung des Aussteigens das linguale Attachment horizontal geneigt oder horizontal ohne Neigung angebracht werden (Abb. 78).

Die Pfeilspitzenregel:

Für alle weiteren Attachments ist es zu empfehlen, diese nur in geneigter Form zu platzieren. Hierbei zeigt die geneigte Ebene (beveled Attachments) immer in die zu bewegendende Richtung und die abstehende seitliche

Abb. 83: M-Attachments oder double-roof-Attachments



Fläche nimmt die vom Aligner ausgeübte Kraft auf und überträgt die Bewegungsrichtung (pushing side). Man kann sich das anhand der Neigung einer Pfeilspitze und der dabei angezeigten Bewegungsrichtung gut merken (Abb. 30, 80). Bei einer Rotation zeigt das Attachment in der rotierten Stellung die höchste Position und neigt sich wie eine Pfeilspitze zur gewünschten Drehrichtung. Bei einer Extrusion und transversalen Erweiterung müssen zur Vermeidung der Bukalkippung horizontale Attachments an den Seitenzahnreihen angebracht werden, bei denen die hoch stehende Seite (edged) immer nach gingival zeigt. Das Kippen der Zähne wird durch diese hoch stehende Fläche (Abb. 23, schwarze Pfeile) verhindert.

Für die Verwendung von Kl. II GZ (Abb. 81, 82) kann entweder ein Nagelknipser als kieferorthopädisches Hilfsinstrument verwendet werden oder es werden im UK an den Molaren horizontale nach mesial geneigte und im OK horizontale nach distal geneigte Attachments angebracht. Diese werden dann nicht mit Composite ausgefüllt, sondern jeweils von mesial oder distal eingeschnitten um ein Einhängen von GZ zu ermöglichen. Der Vorteil dieser GZ ist die fast horizontale Ausrichtung, was ein Aussteigen der Aligner verhindert und die vertikale Nebenwirkung mit der Gefahr der Entwicklung eines Gummymiles verringert. Der Nachteil ist allerdings die bukkale Irritation der Wange durch abstehende Alignerenden.

Leider nicht mehr von ALG zur Verfügung gestellte nützliche Attachments

Zwei weitere gebevelte Attachments kommen noch als Doppelattachments in sinnvoller Weise zum Einsatz: Für die Übertragung von Torque werden zwei horizontale Attachments mit Neigung zur Inzisalkante übereinander gesetzt. Diese 4.4.2 Attachments ermöglichen eine gute Torqueübertragung wenn das Bewegungstempo auf ein viertel reduziert wird (Abb. 28).

Bei der Korrektur von nach distal gekippten oberen Scheidezähnen muss die Angulation eingestellt werden. Bei dieser Bewegung wird häufig sowohl die Krone nach mesial geneigt, als auch die Zahnwurzel nach distal bewegt. Um beide Kraftübertragungen zu gewährleisten, werden zwei vertikale Attachments

nebeneinander platziert. Die hochstehenden Kanten sind dann außen und die Attachments neigen sich zur Mitte hin. Diese „M“-Attachments oder Double-Roof-Attachments (Abb. 83) ermöglichen sowohl die Kraftübertragung für eine mesiale Kronenneigung als auch für einen distalen Wurzeltorque. Leider werden diese beiden oben erwähnten, sehr effektiven Attachments seit 2008 auch nicht mehr von der Fa. ALG angeboten. Es wäre zu hoffen, dass diese doch so nützlichen Attachments wieder zur Verfügung stünden. Um dennoch eine gut Kraftübertragung bei einer mesialen Angulation und distalem Wurzeltorque zu ermöglichen, kann man jetzt nur noch auf die linguale Seite ausweichen. Es wird ein vertikales Attachment labial und ein weiteres lingual gesetzt. Bei der palatinalen Fläche der oberen Frontzähne führt dies allerdings zu okklusalen Differenzen.

Zusammenfassung

Die oben dargestellten Fallbeispiele verdeutlichen, dass es mit dem Invisalign-System in hervorragender Weise gelingt, alle kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Maßnahmen durchzuführen, wobei dieses System mit der präzisen Vorausberechnung der Zahnbögen allen bisherigen kieferorthopädischen Behandlungssystemen weit überlegen ist. Es erleichtert dem Chirurgen die Arbeit und ermöglicht bessere Ergebnisse mit geringerem Nachbehandlungsbedarf und geringeren Behandlungsschmerzen für den Patienten. Es wäre sehr zu wünschen, dass sich die DGKFO ihr fortschrittsfeindliches Statement überdenkt und dann auch von den Krankenkassen eine konfliktfreie Erstattungsmodalität zu erwarten ist.

Literatur

1. Polzar, G. Spyropoulos, N. Therapie vertikaler Dysgnathien mit Invisalign – Zwei Patientenberichte. Quintessenz; Kieferorthopädie 2006, 2: 119-133
2. Spyropoulos, N. „Invisalign hautnah – aus der Praxis für die Praxis“ Ein Seminar mit Prof. Dr. Gerhard Polzar. KFO-Intern 2007; 1-2: 26-29
3. DGKFO „Wissenschaftliche“? Stellungnahme zum Invisalign-System von 2004