

# Internetfachbuch

## Alignertherapie in der Kieferorthopädie

von Prof. Dr. Gerhard Polzar (KKU)  
Büdingen

1. Auflage 2012

# Inhaltsverzeichnis

---

1. Vorwort S. 5

2. Schiefer Zahn S. 9

3. Schiefe Zähne S. 13

4. Zahnlücken S. 17

5. Progenie S. 21

6. Migräne S. 25

7. Sprachstörungen S. 29

8. Offener Biss: *Fall 1* S. 33  
*Fall 2* S. 41

9. Parodontose S. 47

10. Kieferschmerzen S. 55

11. Kiefergelenk S. 57

12. Zähne ziehen S. 71

13. Invisalign-Teen S. 75

14. Twin-Block S. 79

15. Rezidiv S. 83

16. Lingualtechnik S. 87





## Alignertherapie – Die „Unsichtbare Zahnspangenkorrektur“

### **Aligner heißt das neue Zauberwort in der Kieferorthopädie.**

Dabei ist die Erkenntnis, dass man mit dünnen Folien nicht nur Zähne schützen kann (z. B. wie bei einer Knirscherschiene), sondern sie auch kieferorthopädisch bewegen kann, ist schon recht alt. Der Kieferorthopäde Harold D. Kesling verschob mit seinen Positioner-Gummi-Schienen schon 1945 schiefe Zähne an die richtige Stelle.

Erst mit dem Aufkommen neuer Computer sollte sich alles ändern. Nun war es möglich, erstmals auch mit einer Computersimulation Zähne zu verschieben und diese als Modelle produziert als Grundlage für Zahnschienen herzustellen.

Die Idee stammt von einem Patienten, der gemerkt hatte, dass sich die Zähne in ihre alte schiefe Stellung zurück verschoben hatten, wenn er seine nächtlich zu tragende Halteschiene vergessen hatte. So dachte sich dieser Software-Spezialist, dass es dann auch möglich sein müsste eine Zahnfehlstellung mit diesen Kunststoffschienen korrigieren zu können.

Die Firma Align Technologie entstand und revolutionierte die kieferorthopädische Welt (seit 2001 in Europa). Im CAD/CAM-Verfahren (= Computer added design/Monitoring) wurden die Schienen hergestellt, ohne dass der Patient für die erforderlichen Zwischenschritte extra Abdrücke über sich ergehen lassen musste.

Nun folgten viele diesem Ziel. Die meisten jedoch sind bis heute mit diesem Verfahren nicht annähernd vergleichbar. Die Namen dieser Firmen mögen sich zwar sehr verführerisch anhören, so wie Alphalign oder Harmonieschiene Clear-Aligner u.v.m. Allen diesen Verfahren ist jedoch gemeinsam, dass die Zahnstellung nicht über eine CAD/CAM Systematik verfügt, die für den behandelnden Arzt berechenbar und kalkulierbar ist. Letztendlich wird dann vom Zahntechniker im Labor entschieden, wie groß die Behandlungsschritte sind und wo der Zahn hin bewegt wird.

Die einzigen derzeit verfügbaren vergleichbaren Systeme neben Invisalign sind Orthocaps und eClinger.

Was ist der Unterschied? Orthocaps-Schienen sind pro Behandlungsschritt in eine Nachtschiene, die sehr dick aber elastisch ist, und in eine viel dünnere tags zu tragende Schiene aufgeteilt. Die Nachtschiene ist bei der Korrektur für beide Kiefer nach Ansicht des Autors ziemlich groß, so dass sich der Mundschluss des Patienten ändern kann.

---

Das Monitoring der Behandlungsschritte ist ebenfalls nicht gegeben. In der Ausführung der CAD/CAM-Produktion ähneln die Orthocaps-Schienen sehr den Anfängen der Invisalign-Produktionen. Der einzige Vorteil, den der Autor in dieser Technik sieht ist, dass diese Schienen mitunter etwas preisgünstiger sein können.

Die neuen eCaligner verfügen ebenfalls nicht über ein so vorbildliches Monitoring, wie der ClinCheck bei der Invisalign-Technik. Sie haben jedoch einige Vorteile aufzuweisen. So werden in der Regel 4-10 Behandlungssequenzen mit jeweils drei Schienen unterschiedlicher Dicke (0,5 mm 0,65 mm 0,75 mm) je wöchentlich getragen. Diese bedecken nicht nur die Zähne, sondern ragen über das Zahnfleisch hinaus. Dadurch entsteht ein Saugeffekt der zusätzlich die Zahnbewegung unterstützt. So kann auf die Applikation von Attachments verzichtet werden. Prämolaren sind jedoch dann nicht ausrotierbar. Die zu den einzelnen Schritten notwendigen Modelle werden dem Behandler als Therapiestütze mitgeliefert. Dies erspart bei rechtzeitigem Einlenken, sonst notwendige CaseRefinements, da der Kieferorthopäde in seinem Labor genügend neue Aligner tiefziehen kann. Auch scheint es so, dass die schwierige transversale Zahnbogenentwicklung mit den eCalignern besser therapierbar ist als mit anderen Schienensystemen. Demgegenüber ist durch die auf bis zu 1 mm ausgedehnten Schritte insbesondere beim Schließen des offenen Bisses mit ähnlich ausgeprägten Zahnwurzelspitzenresorptionen zu rechnen, wie sie bei der festen Zahnsperre üblich sind.

Aus den oben genannten Gründen und weil der Autor mit ca. 500 Invisalignfällen hier über die meiste Erfahrung verfügt, sind alle in diesem Buch aufgeführten Korrekturen mit dem Invisalignsystem behandelt worden.

Die materialeigenschaften der Aligner setzen den gewünschten orthodontischen Bewegungen sicherlich auch Grenzen, so dass es manchmal sinnvoll ist, diese neue Technik mit Teilen der herkömmlichen Kieferorthopädie zu unterstützen. Im wesentlichen sind jedoch fast alle Zahn- und Kieferfehlstellung damit therapierbar. Zum Teil, so insbesondere bei der Behandlung von parodontal geschädigten Gebissen, verschiebt die Alignertherapie die Grenzen des kieferorthopädisch machbaren sehr weit nach vorne.

Was wird in der Zukunft passieren? In der Zukunft wird es sicherlich noch viele weitere Schienen-Systeme auf dem Markt geben, mit denen CAD/CAM-gesteuerte Zahnbewegungen möglich sind.

---

Wie der Autor in einem Fachbeitrag „Behandlungssysteme im Vergleich“ schon 2009 geschrieben hatte, wird in der Praxis der Zukunft sicherlich das dreidimensionale Röntgenbild die Arbeitsgrundlage für jede kieferorthopädische Behandlung sein. Alle anatomischen Strukturen, wie Knochen, Zahnkrone und Zahnwurzel sowie die Versorgungs- und Nervenbahnen werden direkt in die Therapieplanung einbezogen. Es wird nicht einmal mehr notwendig sein Abdrücke zu nehmen. Bewegungsrontgenbilder werden den Artikulator ersetzen. Die Schienen werden auf der Basis der Datenlage der digitalen Röntgenbilder direkt hergestellt. Eine bestmögliche Patientenorientierte schonende Therapie unter Berücksichtigung des gesamten orthodontischen Umfeldes und der benachbarten Funktionen wie Atmung etc. wird dann eine Selbstverständlichkeit sein.

Wir sind gespannt auf die Zukunft.

## Widmung

Gewidmet meinen Eltern, meiner allerliebsten Frau, meinen Kindern und meiner großen Familie sowie meinem Kollegen Dr. Douglas Edward Toll.

**In memoriam**  
**Dr. Douglas Edward Toll**

\* 31.01.1930 † 29.09.2012

Büdingen, den 16.10.2012

## Bewertung der Patientenfälle

---

Die Beurteilung der Komplexität und der Behandlungsschwierigkeit oder der Behandlungsanforderungen zu den einzelnen Fällen wird zum besseren Verständnis für den Leser mit entsprechenden Farbpunkten rechts neben der Überschrift wiedergegeben.

Es ist anzumerken, dass sämtliche Aligner-Behandlungen nur von erfahrenen Fachärzten durchgeführt werden sollten, welche auch das gesamte Spektrum der kieferorthopädischen Therapie, wie herausnehmbare Zahnspangen, feste Zahnspangen mit Brackets von aussen, Lingualtechnik etc. beherrschen. Ebenso ist es selbstverständlich, dass diese Kieferorthopäden zusätzlich über eine Zertifizierung in der angewendeten Technik verfügen sollten.

### **Komplexitätsgrad-Behandlerempfehlung:**

- einfacher Fall für den zertifizierten Aligner-Anwender
- mittelschwerer Fall für den geübten zertifizierten Aligner-Anwender
- schwieriger Fall nur für den Aligner-Experten
- ● komplexer schwieriger Fall nur für den fortgeschrittenen Aligner-Experten
- ● ● besonders komplexer schwieriger Fall nur für den absoluten Aligner-Profi

## Schiefer Zahn - weiße Zähne und Zahn-Bleaching



Die 46-jährige Patientin kam in die kieferorthopädische Praxisprechstunde und sagte: „Bei mir ist da oben rechts ein Zahn schief...“. Der Patientin ist schon lange aufgefallen, dass sich der eine schiefe Zahn im Laufe der Jahre immer weiter nach vorne verschoben hatte. Auch ihrer Familie ist das Verschieben der vorderen Zähne aufgefallen. Insbesondere bemerkten sie, dass der eine Zahn sich schon ganz besonders schief gestellt hatte und somit beim Lachen deutlich hervorstand. Nach ausführlicher kieferorthopädischer Beratung hatte sich die Patientin für eine Therapie mit der Invisalign-Zahnspange entschieden.



**Schiefe gelbe Zähne vor der Kieferorthopädie mit Invisalign**



**Gerade weiße Zähne nach Invisalign-Behandlung und Zahnbleaching**



**Invisalign-Behandlungsdauer schiefer Zahn: nur 7 Monate!**

---

Nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung gefielen der Patientin ihre Zähne so gut, dass sie auch eine hellere Zahnfarbe wünschte. Mit den Invisalign-Schienen ist es sehr leicht möglich, ein schonendes Bleaching der Zähne durchzuführen. Durch Auffüllen der Invisalign-Schienen mit einem langsam wirkenden Bleaching-Gel, welches die ganze Nacht einwirkt, kann in mehreren Behandlungsschritten die gewünschte Zahnfarbe erreicht werden.

### **Kieferorthopädische Diagnose „Zahn schief“:**

Unterkieferrückbiss, tiefer Biss mit steil stehender Oberkieferfront und vorstehendem seitlichen Schneidezahn („schiefer Zahn“), engstehender Unterkieferfront. Distale Bisslage mit distaler Verzahnung, Klasse zwei Okklusion nach Angle, Deckbiss.

### **Kieferorthopädische Therapie des schiefen Zahnes:**

Das Anliegen der Patientin war der eine schiefe Zahn. Die Therapie der distalen Bisslage stand bei der Patientin nicht im Vordergrund. Mit dieser Kieferfehlstellung hat sie schon viele Jahre beschwerdefrei gelebt und wollte sich nicht einer aufwendigen und invasiven kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationsbehandlung unterziehen. Untersuchungen von Prof. Berg aus der Universitätsklinik in Saarbrücken, kieferorthopädische Abteilung, haben ergeben, dass ein Rückbiss allein keine zwingende Indikation für eine Behandlung beim Kieferorthopäden darstellt. Diese Ergebnisse wurden sogar als Eröffnungsbeitrag einer kieferorthopädischen Jahrestagung präsentiert.

Soweit es vertretbar ist, macht es keinen Sinn, die Patientin gegen ihren Willen anders oder auch überaufwendig zu therapieren. Diese patientenorientierte Sichtweise fällt leider nicht allen Ärzten leicht, was letztlich zur Unzufriedenheit mit der Behandlung führt.

Das Einordnen des schiefen Zahnes, die Korrektur des Engstandes in der Front und das Heben des tiefen Bisses waren in diesem Fall geplant. Die Korrektur der Kieferrücklage des Deckbisses war hier nicht das erstrebte Behandlungsziel.

---

### Zahn schief - vor Behandlungsbeginn mit Invisalign-Zahnspangen



### Nach kieferorthopädischer Korrektur des schiefen Zahnes vor der professionellen Zahnreinigung und vor der Aufhellung der Zähne mit dem Bleaching-Verfahren.



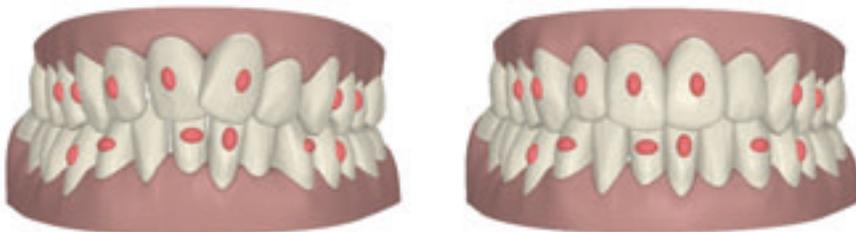
Da es sich bei der Patientin vornehmlich um eine Frontzahnkorrektur gehandelt hat, war es ihr erlaubt, die Invisalign-Schienen alle 7 bis 10 Tage zu wechseln und nicht wie gewöhnlich alle 14 Tage. So erreichte die Patientin eine kurze Behandlungsdauer von nur 7 Monaten unter Anwendung von 20 Schienen. Es freute die Patientin, dass sie in so kurzer Zeit mit der Therapie ihres schiefen Zahnes fertig war.



## Schiefe Zähne - gerade Zähne mit Invisalign



Die Patientin kam in unsere kieferorthopädische Praxis mit dem Wunsch, sich ihre schiefen Zähne richten zu lassen. Sie sagte: „Ich habe schon immer schiefe Zähne und möchte aus diesem Grund eine Zahnkorrektur, aber möglichst ohne Zähne ziehen.“ Bei der Patientin war für die kieferorthopädische Behandlung nur eine Korrektur der vorderen Zähne notwendig.



**Schiefe Zähne vor der Invisalign-Behandlung**



**Gerade Zähne nach Invisalign-Therapie**



**Invisalign-Behandlungsdauer zur Korrektur der schiefen Zähne:  
1 Jahr und 4 Monate**

---

### **Kieferorthopädische Diagnose „schiefe Zähne“:**

Frontaler Engstand im Oberkiefer und im Unterkiefer mit übereinanderstehenden Frontzähnen. Sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer sind die Zähne zu weit nach hinten geneigt, Steilstand oder Retroinklination. Diese Zahnstellung wird auch als Deckbiss charakterisiert.

### **Therapie der engstehenden schiefen Zähne:**

Auflösen des Engstandes im Oberkiefer und im Unterkiefer durch Protrusion der schiefen Zähne. Die engstehenden Frontzähne werden nach vorne bewegt und in eine richtige Zahnstellung mit korrekter Achsenneigung (Torque) eingestellt. Ausgleichen der Zahnform durch ASR / Schmelzremodelation.

**Ausgeprägt schiefe Zähne  
vor Behandlung**



---

### Patientin mit Invisalign-Zahnschienen im Mund



Bei der Einstellung des Torques für den rechten oberen Schneidezahn war das runde Attachment nicht ausreichend. Um dem Bewegungsdruck auszuweichen, wollte sich der Frontzahn in den Knochen zurückschieben.



Durch das Befestigen eines Brackets und durch tragen eines Gummizuges für kurze Zeit konnte der Zahn wieder seinen richtigen Platz im Zahnbogen und in die Invisalign-Schiene finden.

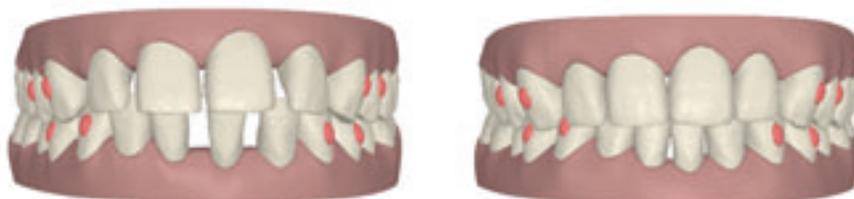


Aus schiefen Zähnen sind gerade Zähne geworden. Deutlich auch das Fehlen der interdentalen schwarzen Dreiecke und die Verbesserung des Zahnfleischsaums. Die marginale Gingiva hat sich durch "Creeping-Attachment" wieder hergestellt.





Die 64 Jahre alte Patientin kam in unsere Praxis mit der Frage, ob man die großen Lücken zwischen den Frontzähnen beseitigen könnte. Diese Lücken sind erst in den letzten Jahren entstanden bzw. größer geworden. Ihr Zahnarzt meinte hierzu: „Da kann man nichts mehr machen.“ Durch die Empfehlung ihrer Freundin, die ebenfalls in der Praxis Dr. Polzar kieferorthopädisch behandelt wurde, vereinbarte sie einen Beratungstermin.



Deutliche Zahnlücken vorher



Keine Zahnlücke mehr nach Behandlung



Invisalign-Behandlungsdauer bei Zahnlücken: 1 Jahr und 1 Monat

---

### **Befund Zahnlücken-Gebiss:**

Paradental geschwächtes Gebiss mit horizontalem Knochenabbau und durch fortschreitende Parodontose protrudierte aufgefächerte Front.

### **Therapie des Zahnlücken-Gebisses:**

Neben der Abklärung einer durchzuführenden Parodontosetherapie (Behandlung des Zahnfleisches durch den Zahnarzt) ist zur Erhaltung der Zähne eine kieferorthopädische Behandlung dringend angeraten.

Hierbei führt der Kieferorthopäde die vom Kieferknochen abgewanderten Zähne in das „Fundament“ des Kieferknochens oder auch Alveolarkamm zurück. Nach erfolgter Therapie müssen die Zähne dauerhaft mit einer paradontalen Schienung, die jedoch die physiologische Eigenbeweglichkeit der Zähne erhält, gestützt werden. Neben einer Retentionsschiene ist der LPR am besten.

Ein LPR = lingualer Permanentretainer ist ein graziles feinvergoldetes Edeldrahtchen, welches auf der Innenseite der oberen und unteren Frontzähne mit Composite-schalen aufmodelliert wird.

Der LPR dient zum einen dazu, ein Rezidiv (Zurückschieben der Zähne in die alte Position) zu verhindern. Zum anderen unterstützt er die Zähne im Verband, das heißt, der Druck, der auf den einzelnen Zahn wirken kann, ist nicht mehr so groß wie vorher, da er über den Draht auch von den anderen Zähnen mit abgefangen wird.

Das Verhindern dieses Maximaldruckes auf den einzelnen Zahn gibt ihm die Chance, sich zu erholen. Der parodontale Abbauvorgang wird gestoppt oder im besten Fall sogar rückgängig gemacht. Demzufolge spricht man den LPR auch eine parodontale Langzeitstabilisierung zu.

---

### Zahnlücken vor Invisalign-Behandlung



### Keine Zahnlücke mehr nach Invisalign-Behandlung Die vorher fehlenden Zahnfleischpapillen haben sich wieder gebildet.



#### Erklärung:

Während die Zähne zwischen dem 1. und 2. Lebensjahrzehnt eher dazu neigen, zusammenzurücken und einen Engstand zu bilden (tertiärer Engstand), der durch den Lippendruck und den interdentalen Kontaktpunktndruck entsteht, verhalten sich die Zähne ab dem 5. Lebensjahrzehnt häufig genau entgegengesetzt. Der Lippendruck nimmt ab und die Zunge beherrscht den von innen auf die Zähne ausgelösten Druck.

Hinzu kommt, dass durch eine natürliche oder auch krankhafte Zurückbildung des Zahnfleisches (Parodontose / Parodontitis) und dem damit einhergehenden Knochen-schwund sowie Osteoporose, die Zähne nicht mehr so fest im Kiefer stabilisiert sind.

Dies führt letztendlich zu einer ganz langsamen schleichenden Auffächerung der Front-zähne. Die Zähne schieben sich nach vorne und dabei bilden sich Lücken. Je weiter der Prozess voranschreitet, desto schneller bewegen sich die Zähne, bis es schließlich dem Patient auffällt und dieser Rat sucht.

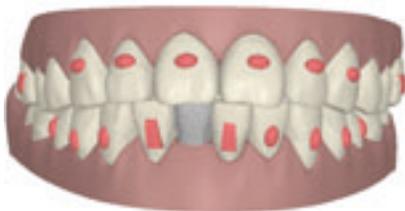




Das attraktive Lächeln dieser Patientin wird durch den Zahnschmelzverlust der oberen Frontzähne deutlich gemindert. Die Ursache hierfür liegt in der progenen Frontzahnrelation mit Engstand in der Unterkieferfront. Die schiefstehenden Unterkiefer-Frontzähne führten zu einer unnatürlichen Abnutzung in der Oberkieferfront. Die Progenie war letztlich der Grund für die unphysiologische Frontzahnattrition. Darum galt es, diese zu korrigieren.



ClinCheck mit extrahiertem Zahn



ClinCheck Behandlungsende



Progenie vorher



Zu stark betonte Unterlippe und negative Lachlinie durch Progenie

Progenie nachher



Positive Lachlinie - entsteht mit ästhetischem Schneidekantenprofil

Progenie Behandlungsdauer: 1 Jahr und 2 Monate

---

Bruxismus (häufiges Zähneknirschen) fördert ein zu starkes Abnutzen des Zahnschmelzes (Attrition). Stehen die Zähne schief wie bei der hier vorliegenden Progenie, nutzt sich der Zahnschmelz auch ungleichmäßig ab. Dies kann nach erfolgter kieferorthopädischer Progenie-Behandlung nur durch ausgleichende Schmelzreduktion und Aufbau übermäßig fehlenden Schmelzes behoben werden.

Die Patientin hat eine progene Verzahnung mit frontalem Kopfbiss und eine in Staffelform stehende Unterkieferfront. Die dadurch bedingte Attrition der Frontzähne führte zu einer nicht mehr harmonischen negativen Lachlinie mit unruhigem abgesetztem Verlauf.

Um einen korrekten Überbiss der Frontzähne zu garantieren, war es in diesem Fall erforderlich, einen kleinen unteren Frontzahn zu opfern (Extraktion Zahn 41). Dies führt bei solchen Patienten nicht nur zu einer Harmonisierung der Proportionen von Oberlippe zu Unterlippe, sondern trägt auch ganz entscheidend zur Verbesserung des Profils bei. Die untere „Schmolllippe“ verliert ihren „bösen“ Charakter.

Die Extraktion eines einzelnen unteren Frontzahnes war in diesem Fall als Ausnahme erlaubt, da diese Maßnahme dazu führte, dass eine ansonsten viel aufwendigere und invasivere Kieferoperation nun nicht mehr erforderlich war.

#### Progenie vor Behandlung mit Invisalign



Auffällig der fehlende Überbiss bei einer Progenie und die schwarzen Lücken der negativen Stufe

#### Progenie nach 28 Alignern (1 Jahr und 2 Monate später)



Jetzt harmonischer Frontzahnüberbiss nach erfolgreicher Progenie-Behandlung ohne Kiefer-OP

**Progenie vor Behandlung  
mit Invisalign**



Unterkieferfront zu eng

**Progenie nach 28 Alignern  
(1 Jahr und 2 Monate später)**



Behandlungsende (ein Zahn weniger fällt gar nicht auf)



Obwohl es für die Behandlung der Anomalie erforderlich war, einen Zahn zu extrahieren, musste sich die Patientin nicht mit einer hässlichen Lücke plagen.



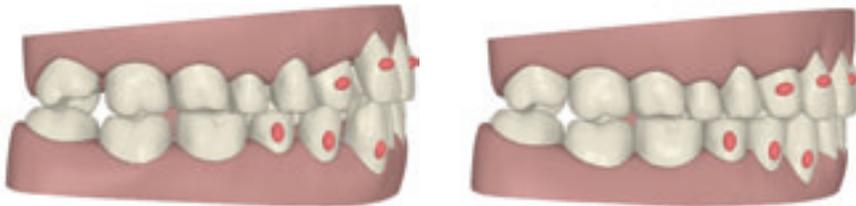
Ein geschickt angefertigtes Kunststoffschild ersetzt den fehlenden Zahn und wird im Laufe der Behandlungsschritte jeweils um das erforderliche Maß gekürzt.



## Migräne - Invisalign-Behandlung bei Kopfschmerzen



Der Patient kam in unsere Invisalign-Praxis, weil er über starke Kopfschmerzen und Nackenschmerzen klagte. Erst in zweiter Hinsicht war er mit seinem Lächeln unzufrieden. Der falsche Überbiss des rechten oberen Eckzahnes (Kreuzbiss) und der Engstand in der Unterkieferfront führten nicht nur zu einem unattraktiven Lächeln mit schwarzen Lücken, so als würden Zähne fehlen, sondern waren auch die Ursache für muskuläre Verspannungen der Kaumuskelatur und der Nackenmuskulatur, welche letztendlich für die starken Kopfschmerzen verantwortlich waren, unter denen der Patient schon lange litt. Für seinen Beruf ist es dem Patienten wichtig, mit einem gewinnenden, sympathischen Lächeln aufzutreten, ohne dabei von Kopfschmerzen geplagt zu werden.



**Kopfschmerz-Kreuzbiss vorher**



Schwarze Dreiecke zwischen Frontzähnen...

**Nach Kreuzbiss-Therapie**



...nach ASR und Invisalign verschwunden

**Kopfschmerz-Behandlungsdauer mit Kreuzbiss: 11 Monate**

---

## **Kopfschmerzen und Kieferorthopädie**

Was viele Menschen nicht wissen, dass Zahn- und Kieferfehlstellungen zu starken migräneartigen Kopfschmerzen führen können. Nicht nur die Nackenmuskulatur wird verspannt; durch dauerhafte Fehlfunktionen und Okklusionshindernisse kommt es zu einer Verspannung der Kau- und Gesichtsmuskulatur. Beruflicher Stress mit geringem seelisch-körperlichem Ausgleich fördern solche Reaktionen. Professor Dr. Meyer aus Greifswald hatte in seinem Vortrag anlässlich der 6. zahnmedizinischen Jahrestagung des ZAB e.V. 2006 in Frankfurt ausführlich über die interdisziplinären Aspekte der Kaufunktion berichtet. Er belegte anhand neuester Veröffentlichungen der Greifswald-Studie das Zusammenwirken von verspannter Kaumuskulatur mit vor allem einseitigen migränen Kopfschmerzen. Je stärker ein Patient unter druckdolenter Kaumuskulatur leidet, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit migräneartiger Kopfschmerzen. Die Intensität der Migräne-Kopfschmerzen korreliert dabei in statistischer Signifikanz mit den muskulären Befunden der Myoarthropatie des Kausystems.

### **Neueste Forschungen zur interdisziplinären Therapie der Kopfschmerzen in Frankfurt vorgestellt**

Eigene Forschungen des Präsidenten der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde DGZMK Hr. Prof. G. Meyer ergaben, dass ein Großteil der Migräne eine Ursache im Kausystem findet und der Heilungserfolg bei über 50 % liegt. Zum Vergleich hierzu: Neurologen haben lediglich einen Heilungserfolg bei chronischen Kopfschmerzen von ca. 30 %. Professor G. Meyer ist es bei etlichen Patienten, die sich von Seiten der Neurologie als besonders hartnäckig erwiesen und keinerlei Anzeichen eines Therapieerfolges zeigten, gelungen, diese durch die richtige zahnärztliche Schienentherapie, Einschleiftherapie, Kieferorthopädie oder auch Prothetik von ihrem Leiden, dem Kopfschmerz, vollständig zu befreien! Hierbei zeigt sich, dass der Therapieerfolg umso größer ist, je früher mit der Behandlung der Kopfschmerzen begonnen wird. Am erfolgreichsten ist die Therapie in einem Stadium, in dem sich die Migräne nur durch einseitige Kopfschmerzen äußert. Vielen Patienten und auch vielen Neurologen bzw. Zahnärzten ist dieser Zusammenhang und die damit verbundenen hohen Erfolgsaussichten gar nicht bekannt. Kopfschmerzen – behandelt beim Zahnarzt oder beim Fachzahnarzt für Kieferorthopädie: Mit dieser Erkenntnis sind viele Besucher der in Frankfurt abgehaltenen zahnärztlichen Jahrestagung des ZAB e.V. nach Hause gefahren.

---

### Kopfschmerzen mit einem Kreuzbiss vor Behandlungsbeginn



### Kreuzbiss aufgelöst nach Behandlungsende ohne Kopfschmerzen



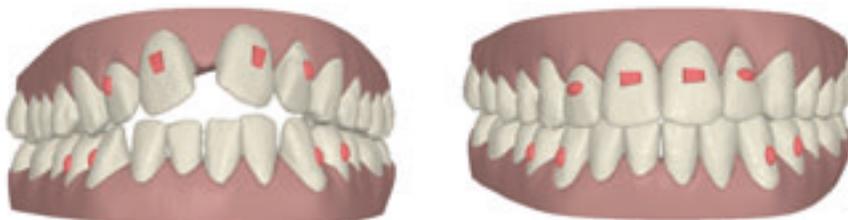
Der Vergleich der mittleren oberen Frontzähne zeigt, dass mit sorgfältigem ASR (= proximale Schmelzreduktion) hässliche schwarze Zahnlückendreiecke verschwinden. Auch war der Patient von seinen quälenden Kopfschmerzen befreit.

Nach nur 11 Monaten und 30 Alignerschienen pro Kiefer konnte der Patient mit seinem gewünschten Lächeln auftreten. Der Kreuzbiss des Eckzahnes wurde überstellt und damit auch ein schwerwiegendes, kaufunktionelles Hindernis, welches die besagten Kopfschmerzen verursacht hatte, beseitigt. Die Möglichkeit der „unsichtbaren“ Spangenkorrektur machte dem Patienten den Entschluss zur Behandlung einfacher.



## Sprachstörungen wie Lispeln infolge einer Zahnfehlstellung ●

Der 35 Jahre alte Patient störte sich an seiner deutlichen Frontzahn­lücke (Diastema mediale) und dem frontal offenen Biss. Nach Kürzung des Oberlippenbändchens (Frenektomie) konnte mit der Invisalign-Behandlung begonnen werden. Ganz besonders erfreulich ist, dass mit der erfolgreichen Invisalign-Therapie auch die Sprachstörungen des Patienten vollständig verschwunden sind. Während seine Aussprache vorher etwas undeutlich war und von einem Zischen beim Sprechen von S-Lauten begleitet wurde, dem sogenannten LISPELN oder in der Fachsprache SIGMATISMUS genannt, verschwand dieses lästige Phänomen nach der kieferorthopädischen Behandlung vollständig.



**Diastema als Ursache für Sprachstörungen wie Lispeln / Sigmatismus**



**Lispeln verschwunden nach Therapie mit Invisalign**



**Kieferorthopädische Behandlungsdauer des Diastema mit Lispel-Effekt nur 11 Monate**

---

Die eigene Wahrnehmung des Gegenübers spielt einem so manchen Streich. So ist es, dass Neurophysiologen folgendes festgestellt haben: Hat ein Mensch ein sichtbares Diastema im Oberkiefer, so teilt das Gehirn die Information des Gesichtsanblickes in eine rechte Hälfte und in eine linke Hälfte. Das heißt, die zwei Gesichtshälften werden nicht als ein Ganzes zusammengefügt. Es entsteht somit ein unvollkommener oder geteilter, zwiegespaltener Eindruck. Eine kieferorthopädische Korrektur wirkt auf die Gesichtsästhetik und macht das Erscheinungsbild sehr vorteilhaft und gewinnend.

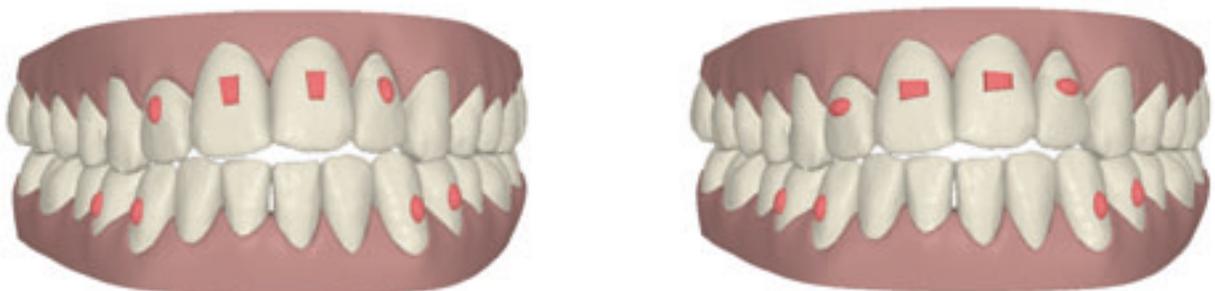
**Der offene Biss und das Diastema mediale beeinträchtigen die Aussprache und führen häufig zur fehlerhaften Bildung von S-Lauten.**

Mitunter auffällige Sprachstörungen sind die Folge. Man nennt diese Lispeln oder auch Sigmatismus. Der Behandler muss unterscheiden, ob der offene Biss durch eine fehlerhafte Zungenfunktion verursacht wird, atypisches, infantiles oder viscerales Schlucken, ob der offene Biss skelettal bedingt ist oder einfach eine Zahnfehlstellung vorliegt.

Je nach Ursache des offenen Bisses richtet sich die Therapie, wobei die Patienten mit atypischem, visceralem Schlucken die schlechteste Prognose und nur Aussicht auf Erfolg haben, wenn das fehlerhafte Schluckmuster umtrainiert wird.

Bei diesem Patienten war die Ursache eine Zahnfehlstellung und ein tiefliegendes Lippenbändchen, daher war die Prognose nach einem minimalen chirurgischen Eingriff mit Trennung des Oberlippenbändchens äußerst günstig.

#### ClinCheck-Vergleich vor und nach Attachment-Wechsel



**Patient vor Behandlungsbeginn des offenen Bisses mit Diastema**



Offener Biss Frontzahnücke  
Diastema mediale im Oberkiefer

**Patient nach Behandlung des offenen Bisses mit Diastema**



Patient nach Behandlung mit Invisalign mit jetzt  
deutlicher Aussprache, frei von jeglichen  
Sprachstörungen wie Lispeln / Sigmatismus



Gedrehte Oberkiefer-Frontzähne



Geschlossene Lücke mit gerader  
Frontzahnstellung



Frontzahn-Engstand

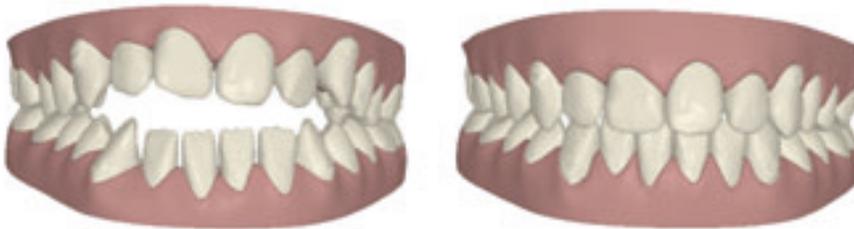


Gerade Frontzähne bilden eine  
harmonische Zahnreihe



## Fall 1 OFFENER BISS

Der offene Biss hat häufig viele Ursachen. Die skelettalen Ursachen sind entweder durch Vitamin-D-Mangel (rachitisch offener Biss) oder genetisch bedingt (vererbt). Die zweite Hauptursache des offenen Bisses ist die Veranlagung, dass die lymphatischen Organe, welche eigentlich zum Schutz des Menschen gedacht sind, sich vergrößern und dadurch die Atmung behindern, z.B. sind dies vergrößerte Mandeln (Tonsillen) oder vergrößerte Polypen (Adenoiden). Bei dem hier dargestellten Patienten kommen beide Einflussfaktoren zur Geltung. Trotz des dadurch ausgeprägten offenen Bisses mit Kreuzbiss konnte der Patient ohne Zahnextraktion mit Invisalign behandelt werden.



Offener Biss mit Kreuzbiss links vor der kieferorthopädischen Behandlung



Nach der Therapie mit Invisalign und Gaumennahterweiterung mit Hyrax



**Behandlungsdauer mit Invisalign: 16 Monate mit 36 Alignern**  
Vorbehandlung mit chirurgisch unterstützter Gaumennahterweiterung ca. 6 Monate

---

Die kieferorthopädische Behandlung hat sich durch die Anwendung der Invisalign-Therapie kaum verzögert, obwohl der Patient nach Behandlungsbeginn in das 600 km entfernte Berlin gezogen ist. Mit der Invisalign-Behandlung ist es für erfahrene Invisalign-Behandler möglich, die Anzahl der Kontrollbesuche auf ein Minimum zu reduzieren. Dies ermöglicht es auch, Patienten komfortabel zu behandeln, obwohl sie einen weiten Anfahrtsweg haben.

### Fall 1: Offener Biss mit transversaler Expansion



Anfang, rechte Seite



Front



Anfang, linke Seite



Hyraxapparatur nach Aktivierung



Kurzzeitige Frontzahn­lücke



Gummizüge zum Schließen

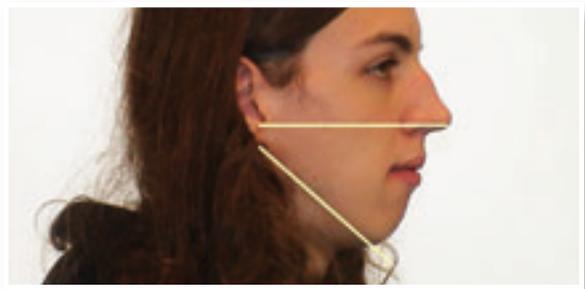
*Der 19-jährige Patient stellte sich schon ein Jahr vor Behandlungsbeginn in der Praxis vor. Die Probleme mit der privaten Erstattungsstelle verzögerten die notwendige Therapie um ein ganzes Jahr. Eine kieferorthopädische Vorbehandlung mit Plattenapparaturen ist bei seinem früheren Hauszahnarzt erfolgt. Nachdem er den Zahnarzt gewechselt hatte, erfolgte die Überweisung zum Kieferorthopäden.*

---

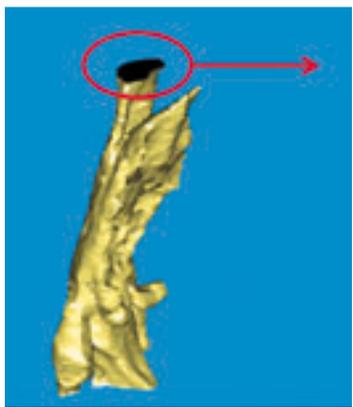
### Offener Biss, Ursachen:

Der Patient zeigt Symptome rachitischer Deformation des Sternums. Eine schmale Gesichtsform mit vertikaler Kieferbasisrelation weist auf funktionelle Fehlentwicklungen hin. Die Tonsillen erscheinen nach intraoraler Inspektion nicht vergrößert und eher unauffällig. Im FRS ist jedoch zu Behandlungsbeginn und während der gesamten Therapie eine Hypertrophie der Gaumenmandeln und der Zungengrundmandeln zu verzeichnen.

### Front- und Seitenansicht des Patienten mit deutlich vertikaler Wachstumstendenz und großem Kieferbasiswinkel. Spannungsfreier Mundschluss ist nicht möglich



Die Diagnose im axialen MRT-Schnitt durch den Parapharynx verdeutlicht die respiratorische Obstruktion. Sprachstörungen und ein viszerales Schluckmuster sind die Begleitsymptome. Es konnten keine Normabweichungen bei der manuellen Funktionsdiagnostik ermittelt werden.



3D-Darstellung im CT mit der engsten Stelle im Atemsystem, im Mesopharynx



MRT-Schnittebene in Höhe der engsten Stelle im Atemsystem bei obigem Patienten zeigt eine deutliche Obstruktion.

---

### **Intraoraler Befund – Mundinnenansicht des offenen Bisses:**

Es besteht ein 5 mm frontal offener Biss mit ausgeprägter transversaler Enge im Oberkiefer, angedeuteter Lyraform und Kreuzbiss auf der linken Seite. Eine mandibuläre Schwenkung des UK nach links mit UK-Mittellinienverschiebung stellt den unilateralen Kreuzbiss auf der linken Seite dar. Ein Engstand mit rotierten Frontzähnen und Diastema mediale im OK begleiten die dargestellten Hauptsymptome. Die Anteinklination der OK-Front und Retroinklination der UK-Front verursachen eine vergrößerte sagittale Stufe von 5 mm. Deutlich vertikaler Gesichtstyp mit einem Kieferbasiswinkel von 43°.

### **Behandlungsplanung des offenen Bisses:**

- Chirurgisch unterstützte transversale Erweiterung mit Hyrax-Apparatur
- Evtl. Frenektomie des Oberlippenbändchens.
- Logopädie (Zungentraining)
- Multibandapparat mit Palatal-Bar und evtl. Spikes
- Kieferchirurgische Schwenkung des OK zum Schließen des skelettal offenen Bisses.
- Langzeitretention

### **Therapie des offenen Bisses:**

Nach Entfernung der verlagerten Weisheitszähne und unilateraler chirurgischer Schwächung der Kompakta links wurde die forcierte Gaumennahterweiterung im OK mit transversaler Erweiterung von 8,6 mm innerhalb von 2 Wochen durchgeführt und die Hyraxschraube verblockt.

Es folgte eine Behandlungspause von 7 Monaten. Da der Patient zur Aufnahme seines Studiums einen Wohnortwechsel in das 600 km entfernte Berlin unternahm, war der Verlauf der weiteren Behandlung ungewiss. Der Patient wollte unbedingt in der Praxis des Autors weiterbehandelt werden, konnte sich dies allerdings mit fester Zahnspange nicht so richtig vorstellen. Es musste also eine Änderung des ursprünglichen Behandlungsplanes erfolgen. Der weitere Vorschlag war nun, die Therapie mit Invisalign-Schienen, vertikalen Gummizügen und Ausformen beider Zahnbögen fortzusetzen. Der Biss sollte gesenkt werden. Es galt zu versuchen, sich die zweite chirurgische Intervention zu ersparen und eventuell den Biss mit einer späteren Multibandapparat zu schließen.

---

**Computergesteuerte Behandlungssimulation nach 8. Invisalign-Schiene mit noch offenem Biss**



**Reale Situation nach 8. Invisalign-Schiene, wesentlich besser durch Wirkung der Gummizüge, kein offener Biss mehr**



**Sehr guter Behandlungsabschluss des extrem offenen Bisses mit Invisalign-Zahnschienen**



Die gesamte aktive Therapie mit Invisalign dauerte dann 17 Monate mit 36 Alignern im OK und 30 Alignern im UK. Nach dem Einsetzen der Invisalign-Schienen erfolgten in dieser Zeit lediglich drei Kontrolltermine bis zum Abschluss der Invisalign-Behandlung. In einer weiteren Kontrollphase von 6 Monaten wurde der Patient angewiesen, die Schienen nur noch nachts zu tragen und in den letzten 5 Monaten keine Extrusionsgummizüge mehr zwischen die Eckzähne einzuhängen. Es sollte kontrolliert werden, ob das Behandlungsergebnis stabil bleibt oder ob sich ein zu erwartendes Rezidiv zeigen würde. Nach insgesamt zwei Jahren und 7 Monaten ging dann die mit Unterbrechungen überlagerte aktive kieferorthopädische Therapie in die Retentionsphase über. Die Gesamtzeit der reinen aktiven kieferorthopädischen Therapie betrug nur 18 Monate.

---

## Offener Biss – Behandlungsergebnis:

Während zunächst eine konservative Therapie mit Hyrax- und Multibandapparaturen geplant war, hat sich, letztendlich bedingt durch den Wohnortwechsel, das Therapiekonzept grundlegend geändert. Durch die sehr erfolgreiche Extrusion und das Schließen des offenen Bisses konnte auf die zweite geplante chirurgische Intervention mit Schwenkung beider Kiefer verzichtet werden. Auch war ein zweiter Behandlungsabschnitt mit festsitzenden Apparaturen nicht mehr notwendig.

Es ist sehr auffällig, dass die hier angewendete Mechanik zum Schließen des offenen Bisses viel erfolgreicher war, als es der ClinCheck vorgegeben hatte. Dies hat sicherlich mehrere Gründe. Erstens haben die vertikalen Gummizüge wohl viel besser gewirkt, als zunächst vermutet wurde, aber auch durch das Auftragen der okklusalen Schienenstärke trug die dorsale Bissperrung zu einem Überkompensationseffekt mit Intrusion der Seitenzähne bei. Das dem Patienten überlassene Handling in der Anwendung der Spikes gab ihm das Gefühl, diese peinigenen Hilfsmittel selbst in der Kontrolle zu haben. Dies hat sicherlich die Compliance für diese Zungenumerzieher gefördert. Der Patient konnte selbst bestimmen, wann er die Spikes nicht mehr an den Alignern zu rechtbog. Er konnte entscheiden, wann er dies nicht mehr brauchte, da sich die Zunge nicht mehr daran wund rieb.



Vom Patienten selbst angefertigte Spikes zum  
abgewöhnen des Zungenhabits

Die zuvor durchgeführte forcierte Gaumennahterweiterung lockert erfahrungsgemäß das Verankerungspotenzial des Oberkiefers zu den angrenzenden Suturen und damit zum restlichen Schädel auf, so dass hier auch eine bessere Effizienz des Kieferschlusses zu erwarten war.

---

Der vermeintliche Nachteil durch das Fehlen des zweiten kieferchirurgischen Eingriffes ist das Entstehen eines leichten Gummy-Smiles. Dies hatte der Patient jedoch gerne in Kauf genommen, um sich keiner zweiten Chirurgie unterziehen zu lassen. Auch dem Rat, sich die Tonsillae-Palatinae verkleinern zu lassen oder diese chirurgisch zu entfernen, konnte sich der Patient nicht anschließen. Dennoch blieb das Ergebnis in den ersten 7 Monaten der Überwachungsphase vor der Retention stabil.

Die fehlenden Attachments an den Zähnen 14, 34 und 45 forderten wie erwartet ihren Tribut. Der Biss hatte sich genau an diesen beiden Stellen nicht vollkommen geschlossen. Angesichts der deutlichen Verbesserung der gesamten Gebissituation fällt dies jedoch kaum auf.



Intraorale Aufnahme mit Gummizügen an Haken und fehlendem Attachment an Zahn 14



Gummizüge an Haken und fehlendem Attachment an Zahn 34

Bei einer unilateralen Schwächung der Kompakta hat man häufig nach der Expansion keine exakte gleichmäßige transversale Expansion, sondern zum Teil deutliche Kaudalverschiebungen im Segment der chirurgischen Schwächung. Dies kann zum einen anatomiebedingt sein oder weil der Chirurg die Schnittführung zum Schutz der Wurzelspitzen nicht genau parallel angesetzt hatte. Zum anderen kann es an der Expansionswirkung des auftreibenden Kallus liegen, was sich mit fortschreitender Heilung dann wieder zurückbildet. Die hier deutliche Kaudalverschiebung des linken Oberkiefersegmentes direkt nach der Expansion hat sich dann im Verlaufe der Behandlung wieder zurückgebildet.

Ebenso war zu erwarten, dass sich die einseitige KI II Okklusion links nach der Expansion in eine KI I Verzahnung umstellt. Nur noch eine geringe Mittellinienverschiebung von 1 mm deutet auf die zuvor ausgeprägte laterale Diskrepanz hin.

---

Dem Patienten wurde zur optimalen Einstellung aller Zähne und insbesondere zur Nachkorrektur des immer noch rotierten unteren Eckzahnes 43 eine Verfeinerung mittels CaseRefinement angeboten. Dies hatte der Patient jedoch abgelehnt. Er war mit dem bis dahin erreichten Ergebnis so zufrieden, dass er keine weitere Behandlung mehr wünschte.

Die Einstellung rotierter Eckzähne, und dies insbesondere bei den unteren Eckzähnen, stellt ein Problem bei der Therapie mit Invisalign-Schienen dar. Durch den konischen Verlauf der anatomischen Kronenform kann der Aligner den Zahn nicht greifen. Bei einer Rotation dreht sich dann die Schiene aus dem Zahnbogen heraus.

Die zuvor bereitgestellten hochwirksamen T-Attachments wurden von der Firma Align-Technologie aus produktionstechnischen Optimierungsgründen (so wurde dies zumindest dem Autor erklärt) vom Markt genommen. Es gab dabei wohl zu viele Ausschüsse. Deshalb sollte man sich jetzt damit behelfen, an den unteren Eckzähnen immer jeweils zusätzlich zum vertikalen geneigten Rotationsattachment ein weiteres horizontales linguales Attachment ohne Neigung zu platzieren.

Die seit Anfang 2010 neuen individuellen Attachments sind nicht nur zu auffällig, weil zu hubbelig, sie erfüllen ebenfalls nicht immer ihre Dienste und steigen zu häufig aus den Alignern aus. Dies gilt ganz besonders für die neuen angebotenen Extrusions-attachments.

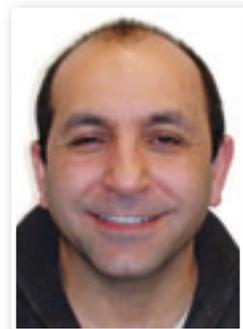
Erstaunlich ist es, dass bei diesem Fall durch die Therapieumstellung ein erheblicher Zeitgewinn zu verzeichnen war. Die aktive Therapie betrug jetzt nur noch ein Jahr und 6 Monate. Bei einer Kombinationstherapie hätte mit einer viel größeren Zeitspanne gerechnet werden müssen. Eine Pause von mindestens 3 Monaten vor Beginn der Invisalign-Therapie ist bei vorangegangener chirurgisch unterstützter Expansion immer anzuraten.

Bemerkenswert ist, dass der Patient für die der Gaumennahterweiterung folgenden Therapie insgesamt nur 6 Therapiesitzungen benötigte. Mit nur drei aktiven Kontrollterminen innerhalb von 12 Monaten ist dieses Therapiekonzept auch für Patienten mit größerem Anfahrtsweg geeignet. Größere Entfernungen stellen für mit Invisalign geplante kieferorthopädische Behandlungen kein Hindernis mehr dar.

## Fall 2 OFFENER BISS

Der 35 Jahre alte Patient hatte viele Jahre nach einem Kieferorthopäden gesucht, der seinen offenen Biss schließen kann, ohne dabei weitere bleibende Zähne ziehen zu müssen. Fast alle Kieferorthopäden schlugen ihm vor, den offenen Biss nur durch Zahnextraktion oder kieferchirurgische Maßnahmen beheben zu können.

Da der Patient zusätzlich im Zusammenhang mit einer kieferorthopädischen Therapie ein familiäres Schicksal erlitten hat, ging er auf den Vorschlag ein, mit einer reinen Invisalign-Therapie ohne Zahnextraktion (= ohne Zähneziehen) seine Zahnfehlstellung zu behandeln. Schon nach kurzer Zeit konnte er mit seinen Frontzähnen zubeißen.



**Offener Biss mit Kreuzbiss links vor der kieferorthopädischen Behandlung**



**Nach Therapie mit Invisalign ohne festsitzende Behandlungsbehelfe**



**Behandlungsdauer mit Invisalign: 14 Monate mit 33 Alignern**

---

**Fall 2: Extrem offener Biss,  
Therapie ganz ohne festsitzende Behelfe und ohne Zahn ziehen**



*Der 35 Jahre alte Patient hat seit Kindheit und durch langes Stillen verursacht einen extrem frontal offenen Biss. Der Zahn 45 fehlt. Mehrere kieferorthopädische Beratungen in anderen Praxen und einer Universitätsklinik empfahlen eine kieferorthopädische Behandlung mit Extraktion von drei weiteren Zähnen. Aufgrund des dramatischen Schicksals des verstorbenen Bruders des Patienten konnte dieser sich nicht zu einer Extraktionstherapie entschließen und fand letztendlich so in die Praxis des Behandlers.*

*Der Bruder des Patienten ist an den verordneten Maßnahmen seines Kieferorthopäden gestorben. Dieser hatte ebenso wie der Patient einen extrem offenen Biss. Der behandelnde Kieferorthopäde ordnete die Extraktion von 4 Prämolaren an. Nach Extraktion dieser Zähne kam es zu einer Wundheilungsstörung. Zur Keimreduktion wurde ein Antibiotikum verabreicht. Auf dieses Antibiotikum reagierte der Patient allergisch (Typ I) und verstarb im anaphylaktischen Schock.*

---

### **Offener Biss Befund:**

5 mm frontal offener Biss mit Engstand in der OK-Front und leichter Lückenbildung in der UK-Front. Overjet 0mm. Retroinklination 12,21. Kreuzbiss 24. Kopfbisstendenz 16,25,26. Mesialkipfung 46 in die Lücke 45 (*Bild offener Biss*). HNO-Befunde unauffällig. Somatisches Schluckmuster. Leichter Sigmatismus und Kaufunktionsstörungen durch fehlenden Schneidezahnkontakt.

### **Offener Biss Behandlungsplan:**

Aufgrund der schicksalhaften Familienanamnese kam für den Patienten nur eine möglichst schonende kieferorthopädische Behandlung in Betracht, bei der keine chirurgischen Maßnahmen durchzuführen wären und keine Zahnextraktionen erfolgen würden. Einer odontoplastischen Remodelation mit approximaler Schmelzreduktion stand der Patient aufgeschlossen gegenüber. Aus diesen Gründen sollte eine weitgehend invisalignbezogene Behandlung durchgeführt werden. Behandlungsziel ist der vertikale frontale Lückenschluss und eventuell die Einstellung in physiologischem Overbite und Overjet. Die Aufrichtung des Zahnes 47 mit Minibogentechnik zur Parallelisierung der Zahnwurzeln stellte nur ein untergeordnetes Behandlungsziel dar. Eine Verbesserung der Achsenstellung ist zwar erwünscht, wird jedoch nicht als oberste Priorität erwartet.

### **Bisheriger Therapieverlauf mit Invisalign:**

Es wurde in beiden Kiefern ASR durchgeführt. Während der Erstbehandlung hatte der Patient im OK 33 Aligner und im UK 30 Aligner. Ab Aligner 11 wurden in der Front regio 12 zu 42 und 22 zu 32 vertikale KI I Gummizüge zur Unterstützung der Frontzahnextrusion verwendet. Es wurden während der gesamten Behandlungszeit keine Brackets, Häkchen oder Buttons angeklebt. Alle Gummizüge wurden jeweils nur an den Alignern eingehängt. Ab Aligner 28 wurden die vertikalen Gummizüge mit leichter KL III Wirkung von 14 und 24 nach 33 und 43 eingehängt.

Nach 14 Monaten war die Behandlung mit der ersten Invisalign-Phase beendet. Zur weiteren Verbesserung der Okklusion und Sicherung des vertikalen Lückenschlusses wurde eine Fallverbesserung mit CaseRefinement vorgenommen. Hierfür war in der UK-Front eine weitere ASR erforderlich. Der Patient war jedoch mit dem bisher erreichten Ergebnis sehr glücklich. Ganz besonders freute er sich, dass er jetzt mit den Frontzähnen abbeißen konnte.

---

### **Offener Biss Diskussion:**

Kieferorthopädische Behandlungen Erwachsener stellen sehr häufig einen Kompromiss dar. Manchmal sind die individuellen Lebenserfahrungen und Bedürfnisse der Patienten derart geprägt, dass dies für den Behandler dann eine besondere Herausforderung darstellt. Ein ideales Therapiekonzept gibt es nicht. Ebenso wenig gibt es in der Natur des Menschen das ideale Gebiss: Nur 1% bis max. 2% der Bevölkerung haben dieses.

Es ist wichtig, mit dem Patienten sein individuelles Behandlungsziel herauszuarbeiten, den Weg hierfür zu finden und die Vor- und Nachteile des prospektierten Zieles auch im Vergleich zu den alternativen Optionen zu besprechen. Die pauschale Option zur Extraktion von bleibenden Zähnen als Therapievoraussetzung sollte dem Patienten nicht als einzig mögliche Maßnahme aufgedrückt werden! Nach Erörterung verschiedener Therapiemöglichkeiten, ihrer Vor- und Nachteile sollte der beratende Kieferorthopäde nur als Hilfestellung dem Patienten zur Verfügung stehen, damit dieser seine Therapie selbst auswählen kann.

Bei dem obigen Patienten ist die bisherige Behandlung auch ohne Zahnextraktion sehr erfolgreich verlaufen, obwohl der Patient mit einer andersartigen Information *alio loco*, vielleicht auch etwas verunsichert die Therapie begonnen hatte.

Unabhängig von dem Familientrauma mit Verlust des eigenen Bruders ist in diesem Fall zu erwähnen, dass eine Zahnextraktion mit Lückenschluss hier zu einer nicht unerheblichen Verkleinerung des Mundinnenraumes geführt hätte. Genau diese Verkleinerung des orofazialen Parkraumes für die Zunge birgt ein enorm hohes Risiko, dass sich der mit Mühe geschlossene Biss durch die Kraft der Zunge wieder öffnen kann.

Der bisherige Behandlungsverlauf stellte sich sehr positiv dar. Der Patient war schon vor Beginn des Case-Refinements mit dem bis dahin erreichten Ergebnis zufrieden. Es mussten keine Zähne extrahiert werden. Es waren auch außer den Attachments keine festsitzenden Behandlungsmittel erforderlich, um den extrem offenen Biss zu schließen.

---

## Ursachen des offenen Bisses:

Der offene Biss gilt in der Kieferorthopädie als eine hartnäckige Anomalie, die zum einen schwer zu behandeln ist, aber auch zum anderen eine hohe Gefahr des Rezidivs mit sich bringt. Betrachtet man die Hauptursache des offenen Bisses, so hat sich hier das Erscheinungsbild im Laufe der letzten 40 Jahre erheblich gewandelt.

Der früher sehr häufige rachitisch offene Biss mit Lyraform als Folge eines Vitamin-D-Mangels ist dank der frühkindlichen flächendeckenden Prophylaxe mit Vitamin-D-Präparaten kaum noch zu sehen. Auch die durch langes und falsches Fläschchensaugen und Schnullernuckeln entstandenen, habituell offenen Bisse sieht man im Praxisalltag immer weniger. Selbst der Daumenlutscher gehört mittlerweile zu einer eher seltenen „Spezies“, so dass der antiquierte Struwelpeter sich schon bei der JobKOMM zur Umschulung angemeldet haben soll.

Dennoch ist der offene Biss nicht ganz verschwunden. So ist er ein häufigeres Phänomen bei der Erwachsenenbehandlung, insbesondere dann, wenn durch iatrogene Wachstumshemmung infolge von Zahnextraktionen ein kieferorthopädisches Problem zu lösen versucht wurde. Der dann entstandene zu kleine Mundraum gibt der Zunge zu wenig Platz, so dass diese den Fluchtweg nach vorne anstrebt und gegen die Frontzähne presst. Das Entstehen eines offenen Bisses ist dann die häufige Folge. Gleiches passiert, wenn der vorher behandelnde Kieferorthopäde versucht hat, einen offenen Biss durch Extraktion von vier Prämolaren oder gar Molaren zu lösen. Entsteht dann ein verkleinerter Mundraum mit Platzmangel für die Zungenfunktion, so ist das Rezidiv vorprogrammiert.

Ein weiterer Aspekt des offenen Bisses ist allerdings immer häufiger anzutreffen. Die große Zurückhaltung der HNO-Ärzte bei der Indikation zur Tonsillektomie bzw. Tonsillotomie hat zur Folge, dass es immer mehr jugendliche Patienten gibt, die eine respiratorische Insuffizienz haben, welche zum Teil durch zu häufiges Mundatmen zu kompensieren versucht wird. Der mangelnde Unterdruck, welcher die Zunge als Ventil zum Gaumen führt, sowie der retrale Platzmangel der Zunge beim Ausführen des Schluckaktes verhindern die notwendigen physiologischen Reize zum Wachstum des Oberkiefers. Ein viszerales Schluckmuster und Sprachentwicklungsstörungen wie Sigmatismus sind die unmittelbaren Folgen, welche dann zum Platzmangel der bleibenden Zähne und zur Entstehung eines offenen Bisses führen.

---

## **Neue Methoden zur Therapie der extremen vertikalen Dysgnathie:**

Neue Behandlungsmethoden mit kieferorthopädischen Schienenapparaturen wie Invisalign-Alignern zeigen bei korrekter Anwendung geeigneter Hilfsmittel wie Attachments oder vertikaler KI I Gummizüge ein erweitertes Spektrum in der Therapie des offenen Bisses. Durch zusätzliche Modifikation der Aligner können Zungenumerzieher (Spikes) vom Patienten selbst in die Apparatur eingebracht werden und liegen in ihrer Anwendung im Ermessen des Patienten. Bei optimaler Platzierung der Attachments kann auf zusätzliche Häkchen oder Brackets ganz verzichtet werden. Aus diesen Vorteilen ergibt sich eine optimale Compliance mit dann bestmöglichen Behandlungsergebnissen.

### **Offener Biss:**

#### **Zusammenfassung der Behandlungsmöglichkeiten mit Invisalign**

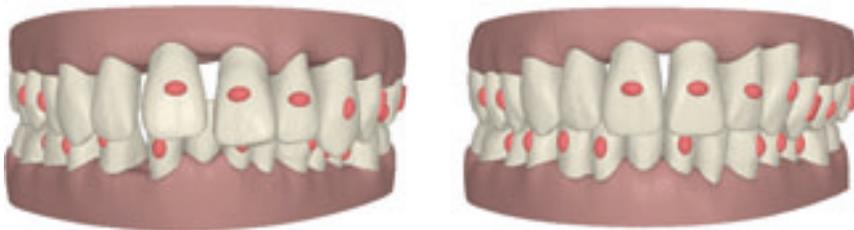
Alignertherapie, wie hier mit Invisalign-Schienen dargestellt, eignet sich bei zusätzlicher Verwendung geeigneter Attachments und Zuhilfenahme von vertikalen Gummizügen hervorragend zum vertikalen Lückenschluss des extrem offenen Bisses. Die richtige Attachmentauswahl ist entscheidend für den Erfolg einer bracketfreien Therapie.

Eine Extraktion von bleibenden Zähnen kann durch vorherige forcierte Gaumennahtweiterung oder proximale Schmelzreduktion vermieden werden. Bei Zungenfunktionsstörungen kann der Patient selbst entscheiden, wann und wie er in die Schienen Spikes einschneidet. Die schonende und unauffällige Behandlung mit Schienenapparaturen ermöglicht verbesserte Behandlungsergebnisse und sichert die Compliance des Patienten. Bei gewissenhafter Anwendung können durch die Therapie mit kieferorthopädischen Schienen auch sonst notwendige umfangreiche kieferchirurgische Eingriffe vermieden werden. Es besteht keine Beschränkung der Indikation auf nur einfache Fälle des offenen Bisses.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass gerade die Invisalign-Therapie besonders gut geeignet ist, auch ausgeprägte vertikale Dysgnathien erfolgreich zu behandeln.

## Parodontose - Invisalign-Zahnbehandlung bei Zahnfleischrückgang ●●●

Die meisten Menschen verlieren heutzutage nicht mehr ihre Zähne durch Karies, sondern infolge eines entzündlichen Rückganges des Zahnfleisches, die der Zahnarzt als Parodontose bezeichnet. Sie werden auch Parodontopathien genannt und heißen im akuten Zustand Parodontitis. Viele Patienten und auch viele Zahnärzte wissen nicht, dass sich gerade mit einer kieferorthopädischen Therapie unter Anwendung von Invisalign-Schienen erhebliche Verbesserungen einer PA erreichen lassen und die Patienten ihre natürlichen Zähne bis ins hohe Alter behalten können.



**Parodontose vor Behandlungsbeginn mit Abwanderung der Schneidezähne**



**Nach Abschluss der PA- und Invisalign-Therapie**



**Invisalign-Behandlungsdauer bei parodontaler Erkrankung:  
2 Jahre und 4 Monate**

---

***Das Besondere bei der Parodontosebehandlung in Kombination mit der Invisalign-Therapie ist, dass schon während der aktiven Parodontose-Therapie durch den Zahnarzt mit der kieferorthopädischen Therapie mit Invisalign begonnen werden kann, ja besser noch, begonnen werden sollte. Während mit der normalen festsitzenden Zahnspange abgewartet werden muss, bis die Parodontaltherapie beendet ist, und die nachfolgende kieferorthopädische Behandlung immer noch ein hohes Risiko darstellt, da die Zähne mit ihrer Verankerung im Alveolarknochen geschädigt und geschwächt sind, ist die Invisalign-Therapie geradezu hilfreich, den bestehenden akuten parodontalen Schaden auszuheilen.***

***Sowohl die schienende Wirkung der Invisalign-Zahnspangen als auch die langsame positive Aktivierung der knochenaufbauenden Zellen der Osteoplasten machen bei fast jedem parodontal geschädigten Patienten eine Invisalign-Therapie sinnvoll, wenn nicht gar notwendig, wenn der Patient seine Zähne möglichst lange erhalten will !!!***

#### **Patienten mit Parodontose:**

Ganz besonders bemerkenswert an diesem Patientenfall ist die natürliche regenerative alveoläre Knochenneubildung und das damit einhergehende Verschwinden der hässlichen schwarzen Zahnzwischenräume. Hierbei wurden keine Knochenersatzmaterialien verwendet. Auch wurde keine autologe Knochentransplantation vorgenommen.

Die erstaunliche Knochenneubildung ist auf drei besondere Umstände zurückzuführen: Zu Therapiebeginn waren bei der Patientin alle Frontzähne stark gelockert. Alleine durch die schienende und stabilisierende, mehrjährige Wirkung der Aligner konnte sich das Parodontium erholen und die Zähne hatten sich trotz kieferorthopädischer Therapie schon während der Behandlung gefestigt.

Die begleitende PA-Therapie des Zahnarztes unter Verwendung von Emdogain® ermöglichte ein Reattachment im Zahnfleischsulcus und ein Verschwinden der pathologischen Zahnfleischtaschen.

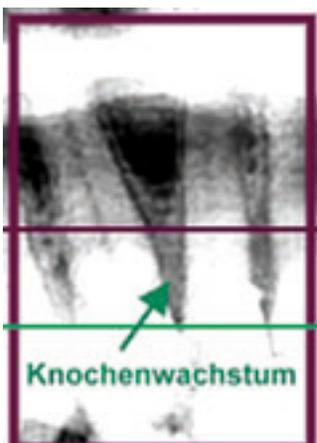
---

Durch das Remodellieren der Zahnkronen mit behutsamer Schmelzreduktion (ASR) und das in den Knochen Hineinbewegen der abgewanderten Zähne kam es zu einer kurativen Knochenneubildung um die Zahnwurzeln. Bei einer normalen Therapie mit festen Zahnsparren (Multiband) wäre dieser Effekt nicht möglich, da zum einen die erschwerte Mundhygiene den Erfolg einer Parodontosebehandlung stark gefährden würde und zum anderen die unkontrollierten, zu starken Kräfte der Multibandtherapie zwar eine Knochenresorption (Osteoklastenaktivität) auslösen würden, jedoch einer neuen Knochenapposition (Osteoblastenaktivität) im schon geschädigten, entzündlichen Gewebe entgegenstünden. Der schon bestehende entzündliche Knochenabbau würde durch zusätzliche Keimbelastung und hohe Kraftapplikation mit fester Zahnsparre noch weiter vorangetrieben werden.

### **DEUTLICHE Knochenregeneration Reossifizierung nach kombinierter Parodontose-Invisalign-Behandlung**



Röntgenbild-Ausschnitt einer Panoramaschichtaufnahme vor Therapiebeginn mit deutlich sichtbarem horizontalem Knochenabbau infolge der langjährigen Parodontopathie. Die Zähne sind gelockert. Das Zahnfleisch hat sich zurückgezogen.



Röntgen-Ausschnitt nach 28 Monaten Invisalign-Therapie und begleitender PA-Therapie unter Anwendung von Emdogain®. Die Invisalign-Aligner hatten während der aktiven Behandlung gleichzeitig die Wirkung einer parodontalen Schienung. Trotz KFO-Therapie festigten sich die mit Lockerungsgrad III gelockerten Inzisiven. Die Kombination der zahnärztlichen und kieferorthopädischen Therapie sorgte für eine vollständige Wiederherstellung der resorbierten Alveolarsepten mit erstaunlich guter Knochenneubildung!

---

***Parodontosetherapie mit erfolgreicher Invisalign-Therapie kombiniert. Das Zahnfleisch hat sich erholt. Die Zähne sind wieder fester. Die hässlichen Zahn-  
lücken sind verschwunden. Neuer Knochen hat sich wieder aufgebaut. Jetzt  
hat die Patientin eine gute Prognose, ihre Zähne noch lange gesund und funk-  
tionstüchtig zu erhalten.***

### **Parodontose-Patientin, vorher und nachher:**



**vorher**

Patientin vor kieferorthopädischer Therapie und schon eingeleiteter Parodontosebehandlung. Der deutliche Zahnfleischrückgang hinterlässt schwarze Bereiche oder gar Lücken zwischen den einzelnen Zähnen. Durch den alveolären Knochenabbau sind die Zähne nicht mehr fest genug im Kiefer verankert, und insbesondere die Frontzähne bewegen sich über einige Jahre hinweg stetig nach vorne.



**nachher**

Patientin nach erfolgreicher kieferorthopädischer PA-Kombinationstherapie. Ganz erstaunlich ist die auffallende ästhetische Verbesserung mit zum Teil vollständiger Regeneration der zuvor fehlenden interdentalen Papillen. Die Zähne wurden an ihren ursprünglichen Ort im Kiefer zurückbewegt. Das Zahnfleisch konnte sich erholen, und eine Knochenneubildung zwischen den Zähnen festigte diese in ihrer neuen Position.

---

## **Parodontose - Entstehung - Behandlung - Wissenswertes - Info:**

Beim natürlichen Gebiss geht das Zahnfleisch um 0,1 - 0,2 mm pro Lebensjahr zurück. Das heißt in 100 Lebensjahren wäre es als natürlich und gegeben anzusehen, wenn sich das Zahnfleisch dann um 1 - 2 cm zurückgebildet hätte!

Durch bestimmte Umstände kommt es zu einem noch schnelleren Rückgang des Zahnfleisches. Hierbei spielt die Parodontose eine ganz besondere Rolle. Neben erblichen Faktoren können besondere Ernährungsgewohnheiten, Rauchen, Mundhygiene, systemische Erkrankungen wie Diabetes, Medikamente, Fehlbelastungen durch Funktionsstörungen, Kreuzbisse, schlecht geplante KFO-Behandlungen ohne ASR und weitere Faktoren die Parodontose und den damit einhergehenden Zahnfleischrückgang verursachen und fördern. Gleichzeitig bildet sich der zahntragende Knochen, Alveolarknochen, zurück. Der Zahn verliert seinen erforderlichen Halt im Gebiss und beginnt, sich zu bewegen. Zunächst bilden sich kleine Lücken zwischen den Frontzähnen im Oberkiefer, dann scheinen die Zähne immer länger zu werden, und letztendlich verlieren sie ihre Festigkeit und werden locker. Mehr als jeder zweite Mensch ist hiervon in seinem Leben betroffen.

Neben einer Parodontosebehandlung beim Zahnarzt mit nachfolgendem Recall ist zur Erhaltung des Gebisses eine kieferorthopädische Korrektur der abgewanderten Zähne von ganz besonderer Bedeutung. Hier ist die PA-Invisalign-Behandlung die Methode der Wahl. Zum einen hat sie nicht die Nachteile der schwierigen Mundhygiene mit herkömmlichen Spangen, und zum anderen stellt sie durch die Schienung des Zahnbogens eine Kauentlastung einzelner parodontal geschädigter und gelockerter Zähne dar.

## **Gingivitis, Parodontitis und Parodontose:**

Eine „Itis“ ist immer ein akutes Geschehen, während eine „Ose“ immer einen chronischen Verlauf beschreibt. Eine Abgrenzung von Parodontose und Parodontitis ist nicht immer ganz sinnvoll, da die langfristige Reaktion auf ein akutes entzündliches Geschehen des Zahnfleisches immer eine chronische, dauerhafte und irreversible Veränderung des Zahnfleisches/ Zahnhalteapparates zur Folge hat. Als nur „Ose“ bedingte Form der Parodontose existiert eine fortschreitende idiopathische Parodontose ohne begleitende Faktoren wie Zahnfleischentzündungen, Primärerkrankungen, wie Diabetes oder Rauchen, nur ganz selten. Dies kommt nur in wenigen Fällen vor, z.B. durch funktionelle Fehlbelastungen oder schiefstehende Zähne.

---

Das Resultat der manchmal multifaktoriellen Ursachen und der sich daraus entwickelnden Gingivitis zur Parodontitis ist die Parodontose. Eine abgeheilte Parodontitis wird dann in die Parodontose übergeleitet. Ein solcher Patient braucht dann, will er seine Zähne im irreversibel geschädigten Zahnhalteapparat mit eigenen Zähnen erhalten, eine lebenslange Fürsorge durch den Zahnarzt. Hierfür gibt es mittlerweile speziell weitergebildete Zahnärzte, die dann Parodontologen heißen oder kammerzertifiziert fortgebildete Zahnärzte für Parodontologie sind. Die Gesamtheit der mit dem Zahnhalteapparat einhergehenden Krankheiten nennt man Parodontopathien.

In der neueren wissenschaftlichen Nomenklatur wurde das Wort „Parodontose“ gestrichen. Man nennt sie nur noch ausgeheilte Parodontitis. Oder Zustand nach ausgeheilte Parodontitis. Dieser Zäsur durch die aktuell PA-Wissenschaft führenden Experten kann sich der Autor nicht anschließen, denn die in der allgemeinen Medizin üblichen Termini werden schlichtweg ignoriert. Auch gibt es dann kein einfaches beschreibendes Wort mehr für den nicht in Verbindung mit einer Entzündung entstehenden Zahnfleischrückgang.

Die Gingivitis ist die primäre Zahnfleischentzündung. Sie beginnt zunächst nur an der marginalen (oberflächlichen) Gingiva propria (Zahnfleisch direkt um den Zahn herum). Hier gibt es ganz verschiedene Erscheinungsformen: Von der üblichen, durch mangelnde Mundhygiene verursachten zur Juvenilen Gingivitis oder in schwerer Form der ANUG (Akut Nekrotisierenden Ulzerierenden Gingivitis), die auch meist nur Jugendliche befällt und eine Autoimmunreaktion darstellen kann, bis zur hormonell bedingten Gingivitis, typisch hierfür die Schwangerschaftsgingivitis. Auch können Ernährungsgewohnheiten oder Mangelernährung (hier am bekanntesten der durch Vitamin-C-Mangel verursachte Skorbut) oder auch Metallvergiftungen, wie z.B. durch Blei und Quecksilber, eine hierfür typische Zahnfleischreaktion auslösen.

Es beginnt immer mit empfindlichem Zahnfleisch, welches zunächst nur gerötet erscheint, die Gingivitis, eine akute Entzündung des Zahnfleisches, mit leichtem Reizbluten. Es folgt nach einigen Monaten die Parodontitis, bei der der Zahnhalteapparat angegriffen wird und sich der alveoläre Knochen zwischen den Zähnen zurückbildet. Eitrige Infektionen begleiten das Geschehen, und es folgt eine Abwanderung der gelockerten Zähne aus der Knochenbasis heraus mit letztendlichem Verlust der Zähne.

Durch die Behandlung mit Invisalign-Schienen-Therapie können die gelockerten Zähne gerettet und in die alveoläre Knochenbasis zurückbewegt werden.

---

Eine begleitende Behandlung der Zahnfleiscentzündung durch den Hauszahnarzt mit mehreren Reinigungssitzungen (Recall) und manchmal begleitenden Antibiotika-Therapien sind unerlässlich!

Sollte keine spezifische Keimbestimmung erfolgen, so empfiehlt sich bei einer eitrigen Zahnfleiscentzündung eine einwöchige Gabe von dreimal 400 mg Metronizadol und eine anschließende dreiwöchige Gabe von einmal täglich 200 mg Doxycyclin. Hierdurch werden alle aggressiven grampositiven und gramnegativen Bakterien abgetötet. Eine begleitende 3- bis 4-wöchige subgingivale Reinigung der Zahnfleischtaschen mit einem Airscaler durch den Zahnarzt ermöglicht bei günstigen Bedingungen sogar ein Verschwinden oder Rückbilden der Zahnfleischtasche, und der Zahn festigt sich wieder. Es kommt zu einem Reattachment des Zahnhalteapparates.

Neuere Antibiotika wie Clindamyzinhydrochlorid wirken ganz spezifisch nur im Millieu des entzündlichen Gewebes und reichern sich dort an. Dies führt zu einer geringeren Belastung des gesamten Organismus und zu einer noch höheren Effektivität der eingeleiteten Antibiotika-Therapie.

### **Parodontose - Zahnfleiscentzündung - Kieferorthopädie - Invisalign:**

Viele Patienten verlieren ihre Zähne, weil das Zahnbett mit dem umliegenden Knochen infolge einer Parodontose den Zahn nicht mehr fest genug im Kiefer halten kann. Das Zahnfleisch zieht sich zurück. Die Invisalign-Technik ermöglicht völlig neue Ansätze für die PA-Behandlung. Der Zahnfleischwund war früher eine Kontraindikation zur kieferorthopädischen Therapie, da die Nebenwirkungen der Multibandapparatur oftmals ein zu hohes Behandlungsrisiko darstellten. Mit der Invisalign-Therapie ist es nun möglich, diese Nebenwirkungen auszuschalten. Eine optimale Mundhygiene kann gewährleistet werden, und der Schienungseffekt stabilisiert die gelockerten Zähne. Er sorgt dafür, dass die Parodontose besser ausheilen kann, und lockere Zähne werden wieder fester im Knochen verankert.

Bei einzelnen stark gelockerten Zähnen kann sogar beobachtet werden, wie diese sich während der KFO-Behandlung zu festigen beginnen.

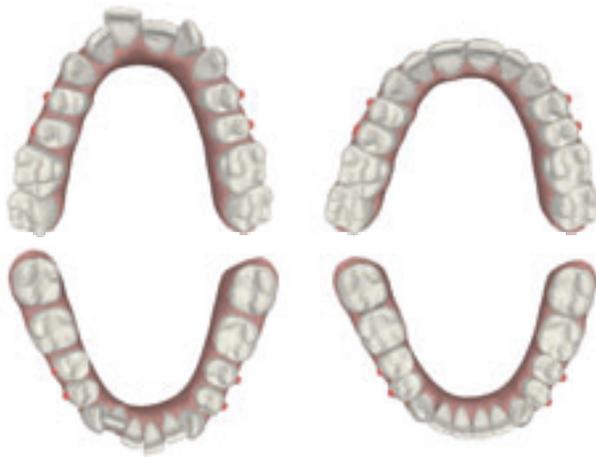
Mit der Invisalign-Therapie kann sowohl die KFO-Behandlung als auch die Zahnfleisch-Behandlung parallel durchgeführt werden, da diese sich gegenseitig unterstützen.

---

Das kombinierte Therapiekonzept der Parodontosebehandlung und der kieferorthopädischen Therapie ermöglicht bei vielen Menschen einen Erhalt der eigenen Zähne bis ins hohe Alter. Für eine Therapie gibt es keine Altersgrenze! Auch bei Patienten über 70 Jahren kann die Invisalign-Therapie helfen, die eigenen Zähne noch länger zu behalten.



Die Patientin ist hauptberuflich Sängerin aus Frankfurt und kam in die Praxis mit dem Wunsch, ein besseres Auftreten zu haben. Neben diesem Wunsch klagte sie über häufige Kieferschmerzen, die sie in ihrer Berufsausübung behinderten. Selbstverständlich kann sie sich keine sichtbare Spange erlauben, da es sowohl ihr Äußeres beeinträchtigen würde als auch beim Singen ihrer Gospel-Songs gestört hätte.



**Patientin mit Frontengstand und Kieferschmerzen durch Zwangsrückbiss**



**Schöne gerade Zähne und keine Kieferschmerzen mehr**



**Behandlungsdauer des Auflösens des Zwangsrückbisses und Therapie der Kieferschmerzen: 1 Jahr und 5 Monate**

---

Die Frontzähne im Ober- und Unterkiefer sind deutlich nach vorne geneigt und stehen sehr eng. Das Zurückholen der Zähne benötigt zusätzlichen Platz. Mit herkömmlichen festen Spangen ist eine solche Behandlung nur mit der Extraktion von 4 kleinen Backenzähnen (Prämolaren) zu lösen.

Durch gezieltes Polieren der Zahnzwischenräume und das Anpassen der Kontaktpunkte an das physiologische Alter der Zähne können im Oberkiefer bis zu 12 mm und im Unterkiefer bis zu 10 mm Platz gewonnen werden.

Nur mit der Invisalign-Technik ist es möglich, diesen Platz optimal auszunutzen, da exakt nur die Zähne bewegt werden, bei denen es zur Behandlung der Fehlstellung notwendig ist. Das spart in den meisten Behandlungsfällen die Extraktion von bleibenden Zähnen und verbessert die parodontale (Zahnfleisch) Gesundheit.

**Kieferschmerzen bei Engstand mit Rückbiss vor Behandlungsbeginn  
(Ergebnis nach 6 Jahren KFO-Vorbehandlung alio loco = in einer anderen Praxis)**

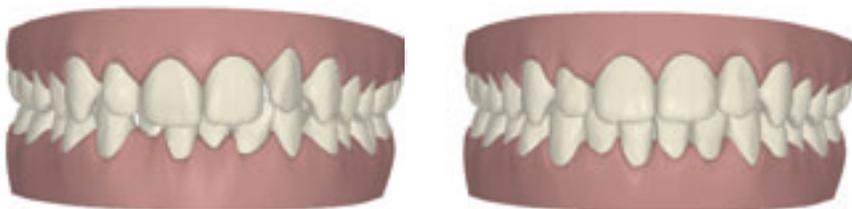


**Engstandrückbiss nach Behandlungsende aufgelöst und die Patientin  
ist nun beschwerdefrei. Sie klagt nicht mehr über Kieferschmerzen.  
(Ergebnis nach 1 1/2 Jahren Behandlung in unserer Praxis)**





Der 15 Jahre alten Patientin störte neben dem Knacken im Kiefergelenk der deutliche Engstand in der Unterkieferfront. Um diese aufzurichten und in den Zahnbogen einzuordnen, muss der Deckbiss beseitigt werden. Ein Deckbiss entsteht, wenn die oberen Frontzähne zu steil nach innen gerichtet im Kiefer stehen. Durch den tiefen Biss ist beim Lächeln weniger Zahnweiß zu sehen. Nach der Invisalign-Therapie zeigte sich das Kiefergelenk nun beschwerdefrei.



**Knacken im Kiefergelenk  
bei Deckbiss**



**Nach Kieferorthopädie,  
ohne Knacken im Kiefergelenk**



**Kiefergelenk-Behandlungsdauer bei Deckbiss: 11 Monate**

---

### Zur Behandlung:

Die Patientin wurde mit Invisalign behandelt. Nach 21 Alignern und nur einem 3/4 Jahr war die Behandlung beendet. Die zufriedene Schülerin freut sich über ihre „tollen Zähne mit strahlendem Lächeln“. Der tiefe Biss wurde durch Intrusion und Protrusion der Unterkieferfront beseitigt. Der Engstand der Unterkieferfront konnte mit dezentem ASR (Reduktion des Zahnschmelzes an den Kontaktstellen zum Nachbarzahn hin) ausgeglichen werden. Der Deckbiss wurde durch neue Achseneinstellung der Oberkieferfrontzähne (Torque) korrigiert. Hierdurch entsteht eine größere Bewegungsfreiheit des Unterkiefers nach vorne. Diese war erforderlich, um die Kiefergelenksbeschwerden der Patientin zu beheben und das Kiefergelenkknacken zu beseitigen. Solche Gelenksbeschwerden sind besonders bei Deckbisspatienten typisch, weil hier der Unterkiefer in der Bewegungsfreiheit zurückgehalten wird.

#### Patient vor Behandlungsbeginn – das rechte Kiefergelenk knackt



#### Patient nach kieferorthopädischer Behandlung – das Kiefergelenk knackt nicht mehr und der verlagerte Diskus befindet sich in einer entlasteten physiologischen Position.



---

*Patient nach Invisalign-Therapie. Das Kiefergelenk knackt nicht mehr, weil die oberen Frontzähne jetzt dem Unterkiefer die nötige Bewegungsfreiheit geben und das Kiefergelenk beim Zubeißen nicht mehr in die Gelenkpfanne hineinpressen.*

### Vor Behandlungsbeginn



Deckbiss mit kaum sichtbaren unteren Frontzähnen.

### Nach Behandlungsende



Untere Frontzähne sind deutlicher sichtbar.

**Hypoplastische Eckzähne mit eingezogener vorderer Kante wirken sehr unvorteilhaft. Auch die seitlichen Frontzähne sind im Verhältnis zu den großen mittleren unproportional klein.**



Behandlungsende, vor Denticuring und Aufbau der hypoplastischen Anteile



Nach Denticuring und Aufbau der hypoplastischen Anteile

**11 Jahre nach Invisalign-KFO-Behandlung mit einem stabilen Ergebnis. Lediglich an mittlerem unteren Schneidezahn hat sich das Zahnfleisch nach über 7 Jahren Stabilität zurückgezogen. Ein präventiver mukogingivalchirurgischer Eingriff kann ein weiteres Fortschreiten der sich bildenden Zahnfleischrezession verhindern.**



---

## Zur Pathogenese der Kiefergelenkdysfunktionen und Kiefergelenkerkrankungen:

**Myoarthropathie des Kausystems oder auch Craniomandibuläre Dysfunktion, CMD genannt.**

Die Einstellung der oberen Frontzähne in einen physiologischen individuellen Torque und das Auflösen des Unterkieferengstandes ohne Platzgewinn durch exzessive Protrusion, aber mit Platzbeschaffung durch Remodelation der Zahnform mit Reduktion des approximalen Zahnschmelzes (ASR) waren für diese Kiefergelenkpatientin der eigentliche Schlüssel zum Erfolg.

Gerade Patienten mit Deckbiss leiden am häufigsten unter Kiefergelenksbeschwerden, da durch die genetisch determinierte Zahnfehlstellung, Steilstand der oberen Frontzähne, das Kiefergelenk nach hinten und oben gedrückt wird. Diesen dorsocranialen Belastungsvektor aufzulösen, ist das angestrebte Ziel bei der Auflösung der Zahnfehlstellung.

Wird der Unterkieferfrontengstand allein durch das Nachvorneschieben (Protrusion) der unteren Frontzähne ausgeglichen, so entstehen Frühkontakte zu den oberen Frontzähnen, die den gesamten Unterkiefer zwanghaft nach hinten schieben. Dieser häufige Fehler in der Kieferorthopädie verursacht dann mitunter massive Beschwerden und Schmerzen im Kiefergelenk. Die Natur will sich bei solch einer Fehlbehandlung dann durch das Zurückbewegen der unteren Frontzähne entlasten. Hierbei bildet sich der alte Engstand wieder aus und es entsteht ein kieferorthopädisches Rezidiv.

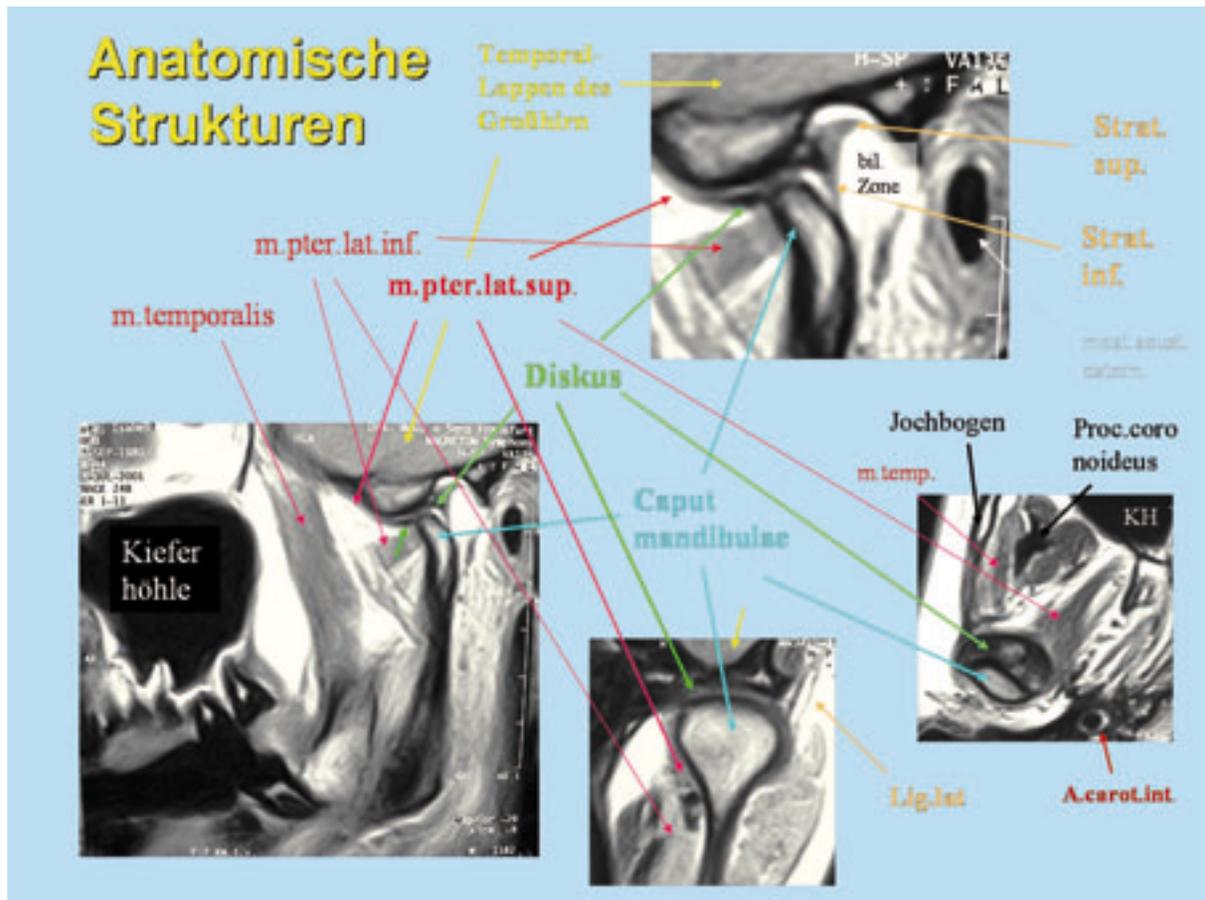
Das eigentliche Knackgeräusch an sich ist nicht unbedingt bedenklich, jedoch der Auslöser hierfür, und die damit entstehenden Folgen wie Kiefergelenkarthrose etc. können schwerwiegende Beschwerden nach sich ziehen.

Ausgelöst wird das Kiefergelenkknacken durch einen zu weit nach vorne verschobenen, verlagerten Discus articularis. Durch die Protrusionsbewegung springt dieser wieder in seine alte richtige Position. Da das ganze Gelenk von Sehnen und Bändern straff umhüllt ist, die eine Gelenkkapsel bilden, geschieht die Reposition des Diskus spontan mit dem darauffolgenden klickenden Geräusch.

Die bildhafte Darstellung des Kiefergelenkes wird heutzutage mit einer Magnetresonanztomografie MRT vorgenommen. Die Erstuntersuchungen heißen „Manuelle Funktionsdiagnostik“ MFD (nach Sabbagh/Polzar) oder „Manuelle Funktionsanalyse“ MFA (nach Buhmann) des Kiefergelenkes. Diese Untersuchungen werden von in der Funktionsdiagnostik und Therapie des Kiefergelenkes weitergebildeten Zahnärzten oder Kieferorthopäden durchgeführt.

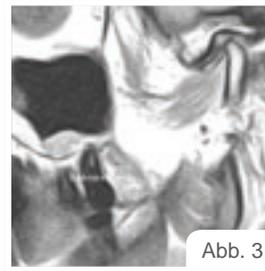
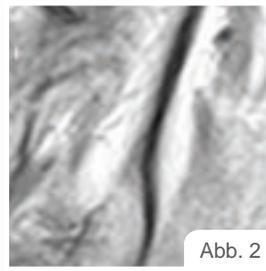
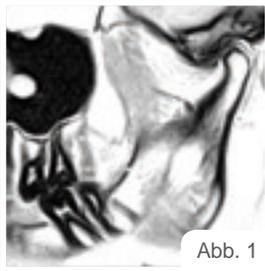
Der gesamte Krankheitskomplex um das Kiefergelenk kann primär muskuläre Ursachen haben, Myopathie, oder auch anatomisch skelettale Ursachen, Arthropathie. Deshalb bezeichnet der Fachmann diesen Krankheitskomplex als Myoarthropathie des Kausystems oder auch als „Craniomandibuläre Dysfunktion des Kausystems“, auch CMD genannt.

### MRT-Anatomie des Kiefergelenkes



---

**Der pathologische Verlauf der Discusverlagerung geht über die partielle Discusverlagerung mit oder ohne Reposition in die totale Discusverlagerung ohne Reposition über (Abb. 1–4).**



- Abb. 1: Parasagittale Aufnahme mit regelrechter Position des Discus articularis  
Abb. 2: Parasagittale Aufnahme mit partieller anteriorer Discusverlagerung.  
Abb. 3: Parasagittale Aufnahme mit subtotaler anteriorer Discusverlagerung.  
Abb. 4: Parasagittale Aufnahme mit totaler anteriorer Discusverlagerung und dorsaler Kompression des Gelenkspaltes.

**Der Discus articularis kann z.B. aus folgenden Gründen nach vorne verlagert sein:**

**A: Weil das Kiefergelenk nach hinten gedrückt wird.**

Dies ist bei obiger Patientin der Fall gewesen. Man spricht auch von einer dorsalen Kiefergelenkkompression. Dieser Zustand ist sehr bedenklich. Zum einen werden die dorsalen Gelenkrezeptoren gereizt und es kann zu Schmerzen und Kiefergelenkarthrose kommen. Zum anderen werden die nutritiven Versorgungswege über die bilaminäre Zone eingeengt und die Diffusion der interstitiellen Gelenkschmiere (Synovia) wird behindert, was wiederum degenerative Prozesse begünstigt. Ein erblich bedingter Deckbiss oder eine Elongation eines unteren Seitenzahnes bei fehlendem Zahn im Oberkiefer (fehlender Antagonist) können die Ursache sein.

Bei einer totalen Discusverlagerung mit Kompression können sich schwerwiegende Beschwerden entwickeln. Reibt das Kiefergelenkköpfchen mit jeder Bewegung direkt auf der Gelenkpfanne, so stellen sich über die Jahre hinweg arthrotische Degenerationen ein, die mitunter sehr schmerzhaft sein können und dann nur noch medikamentös therapierbar sind. Eine nach hinten gerichtete Kompression, aber auch eine überspannte Kaumuskulatur, C-Patient, können eine Einengung des oberen Gelenkspaltes, also eine craniale Kompression, verursachen. Der Fachmann spricht dann vom „Dorsocranialen Belastungsvektor“, den es aufzuheben gilt.

---

### **B: Weil die Halteapparate des Diskus ausgeleiert oder gerissen sind.**

Diese Bänder der hinteren bilaminären Zone, wie das Fachwort heißt, sind das Stratum superior als sehr elastisches Band mit einem hohen Anteil von elastischen Fasern und das Stratum inferior mit einem hohen Anteil von kollagenen harten Fasern, die sich nicht so leicht dehnen lassen, aber abreißen (Ruptur) können. Das elastische Stratum superior leiert dagegen mit der Zeit aus, dies ganz besonders bei Patienten mit einer Veranlagung zur Bindegewebsschwäche (BGS). Das sind z. B. Menschen, die ihre Finger ganz weit nach hinten biegen können oder bei denen schon mal der Kiefer ausgerenkt (Luxation) war, weil sie den Mund besonders weit öffnen können, bis das Gelenk aus der Pfanne hüpfte. Diese Discusverlagerungen machen in der Regel keine Beschwerden, und das Kiefergelenkknacken tritt auch nur unter gewollter Muskelanspannung auf.

### **C: Weil der Muskel, der am vorderen Teil des Diskus ansetzt, chronisch verspannt ist.**

Dieser Muskel heißt musculus pterygoideus lateralis pars superior oder auch seitlicher Flügelmuskel, oberer Anteil genannt, und ist für die Vorschubbewegung und Öffnungsbewegung des Unterkiefers verantwortlich. Der untere Teil dieses Muskels setzt am Unterkieferköpfchen an, caput mandibulae genannt. Bei einer akuten oder chronischen Überspannung der Kaumuskulatur (Hypertonus), z. B. durch Stress ausgelöst oder durch einen Mangel an Mineralien, insbesondere Magnesiummangel (Muskelkater/Alkoholmissbrauch/Mangelernährung - u. a. durch ausgelaugte Böden haben die Pflanzen weniger Magnesium), wird der Diskus nach vorne gezogen, die restlichen Muskeln, die Mundschließer (so z. B. bei Bruxismus = Knirscher, Muskelpresser) halten den Unterkiefer jedoch in seiner hinteren Position. Hierdurch wird der Diskus einseitig nach vorne zur Mitte gezogen. Bei der Reposition während des Öffnens erfolgt dann ein hörbares Knackgeräusch. Gerade Patienten, die durch Zähneknirschen ihren Alltagsstress unbewusst in der Nacht abarbeiten, haben dann am frühen Morgen eine überlastete und überspannte (Hypertonus) Kaumuskulatur, so dass die Knackgeräusche hauptsächlich in den Morgenstunden lästig sind und im Laufe des Tages verschwinden. Dieses Kiefergelenkknacken ist zunächst nicht gefährlich. Hält der Überspannungszustand jedoch über einen längeren Zeitraum an, so werden sich chronische degenerative Veränderungen am Kiefergelenk bemerkbar machen.

---

## Therapie des Kiefergelenkes bei Myoarthropathie des Kausystems:

Alleine ein Knacken des Kiefergelenkes ohne schmerzhaftes Symptom ist kein Grund, nur deshalb eine aufwendige Kiefergelenktherapie einzuleiten. Liegen schwerwiegende Funktionsstörungen, Schmerzen, Schwindel oder hierdurch ausgelöster Tinnitus vor, so ist ein therapeutisches Vorgehen indiziert.

In der Medizin gibt es prinzipiell zwei Betrachtungsweisen für ein Behandlungsziel. Die eine ist das Anstreben kurativer Maßnahmen, das heißt die Heilung der Krankheit wird beabsichtigt. Dies ist bei vielen Krankheiten nicht möglich, so ist z. B. die Reposition des Discus articularis in der Kiefergelenktherapie eher ein glücklicher Zufall als ein kalkulierbares Behandlungsziel. Die andere Betrachtungsweise ist die der palliativen Therapie, welche zwar keine vollständige Wiederherstellung und Heilung erreicht, jedoch mit einer Linderung der Symptome und Verringerung der auslösenden Noxen ihr Ziel begründet sieht. Diese Form der ärztlichen Therapie trifft auf die meisten Kiefergelenkerkrankungen zu.

Wie sind die oben beschriebenen drei Myoarthropathien zu behandeln?

### **Zu A: Der dorsocraniale Belastungsvektor muss ausgeschaltet werden.**

Ein dorsaler Belastungsvektor drückt das Kiefergelenkköpfchen nach hinten gegen die sensible bilaminäre Zone. Der Discus liegt dann meist zumindest teilweise vor dem Kiefergelenkköpfchen und reponiert erst bei der Vorschub- oder Öffnungsbewegung mit einem leisen Knackgeräusch.

Die dorsale Kompression ist bei Vorliegen einer akuten Gelenkentzündung, einer Arthritis, dann sehr schmerzhaft! Zum Lindern des akuten Schmerzes kann der Arzt Diclofenac (am besten Voltaren-Dispers) verordnen. Vorsicht! Keine Selbstmedikation, da es sich um ein hochwirksames Mittel mit strenger Indikation handelt. Bei Missbrauch können schwerwiegende Nebenwirkungen auftreten!

Bei der sogenannten dorsalen Gelenkkompression muss für die Kieferbewegung (Artikulation) und den Schlussbiss genügend Raum nach vorne freigegeben werden. Dies geht z. B. wie in dem oben beschriebenen Fall mit Deckbiss und Engstand in der UK-Front durch physiologische Einstellung des Torques und durch Reduktion der Zahnbreite im Unterkiefer. Hier kann also der spezialisierte Kieferorthopäde dem Patienten gut helfen!

---

Ein cranialer Belastungsvektor drückt das Kiefergelenkköpfchen nach oben in die Gelenkpfanne und löst dann eine craniale Gelenkkompression aus. Der Discus wird dabei weitgehend bis total nach vorne verlagert und reponiert mit einem lauten, meist hörbaren Knackgeräusch. Dies ist bei einem skelettal tiefen Biss eher anzutreffen. Auch bei einem durch Zahnverlust und folgender Zahnkipfung (da prothetisch nicht versorgte Lücke) gesenkten Biss kommt es sowohl zu einer cranialen Kompression als auch zu einem zu frühen Kontakt der unteren Frontzähne an die oberen Frontzähne, was dann eine dorsale Kompression auslöst.

Die craniale Kompression kann z. B. durch eine neue Prothetik mit folgender Biss-erhöhung ausgeglichen werden. Dies geschieht durch eine detailliert geplante prothetische Rehabilitation. Sind Zähne nach vorne gekippt, so müssen diese erst aufgerichtet werden. Hier wird wieder die Zusammenarbeit von Zahnarzt und Kieferorthopäde gefordert. Manchmal reicht das Aufrichten der gekippten Zähne aus, um die craniale Kompression aufzuheben. Dann braucht der Zahnarzt keine neue Biss-höhe einzustellen, da die alte gesunde Höhe wieder erreicht wurde. Eine prothetische Versorgung ist allerdings umso wichtiger (z. B. Brücke oder Implantat), damit das erreichte kieferorthopädische Behandlungsziel stabilisiert wird.

Eine craniale Kompression kann auch alleine durch kieferorthopädische Extrusion der Zähne aufgehoben werden. Dies ist jedoch ein sehr langwieriger und kostspieliger Prozess, bei dem eine längere optimale Mitarbeit des Patienten die absolute Voraussetzung zum Gelingen der Therapie ist.

Bei einem reinen A-Patienten kann also sowohl der Zahnarzt als auch der Kieferorthopäde gut helfen! Eine abschließende lebenslange Retention zur Stabilisierung des Behandlungsergebnisses ist eine wichtige Voraussetzung, dass die Beschwerden nicht wieder auftreten!

### **Zu B: Ausgeleierte (BGS) oder gerissene Bänder der bilaminären Zone:**

Bei einem reinen B-Patienten ist keine Therapie erforderlich bzw. hilfreich! Patienten mit Bindegewebsschwäche (BGS) sollten darauf achten, dass sie den Mund nicht zu weit öffnen und die Bänder nicht weiter dehnen! Da das Bindegewebe recht locker ist, haben diese Patienten häufig keine Beschwerden, trotz partieller oder totaler Discusverlagerung.

---

Meistens reagiert das Gelenk hierauf mit Kompensation oder noch besser mit Adaptation. Bei der Adaptation werden die verbliebenen ausgeleierte Bänder bindegewebig umgewandelt und verdicken zu einem Pseudodiscus. So übernimmt z. B. die verdickte Schicht des Stratum superior dann die Funktion des nach vorne verlagerten Discus articularis.

Ein Gelenkchirurg hat die Möglichkeit, ausgeleierte Bänder wie das Stratum superior durch Lasertherapie zu straffen. Bei Kiefergelenkbeschwerden infolge der BGS wäre dies dann die Therapie der Wahl. Größere chirurgische Eingriffe am Kiefergelenk sind jedoch bedenklich, da sie zu einer Verhärtung der Gelenkkapseln mit folgender eingeschränkter Beweglichkeit und eingeschränkter Mundöffnungsbewegung einhergehen. (Hierüber hatte vis. Prof. Dr. Sabbagh et al. entsprechend geforscht und publiziert.)

Wie die BGS ist auch die Polyarthrit, welche zu einer Arthritis des Kiefergelenkes führen kann, eine Erkrankung des Kiefergelenkes, dessen Ursachen „systemisch“ sind, d. h. die Folge einer anderen Grunderkrankung. Polyarthritische Erkrankungen des Kiefergelenkes müssen demnach auch im Gesamtkomplex der Polyarthrit, dessen Ursache häufig eine Autoimmunkrankheit ist, therapiert werden.

### **Zu C: Muskelverspannungen oder auch Myoarthropathien genannt:**

Dies ist der komplexeste Teil der Kiefergelenkerkrankungen und spielt bei den meisten auch oben genannten A- und B-Typen bei Vorliegen von Beschwerden eine nicht unwesentliche Rolle.

Myopathien lassen sich medikamentös (Tetrazepam-oral / Botulinum-Injektion in Areale des hypertonierten Muskels), durch Physiotherapie (manuelle Therapie, Kälte-, Wärme-, Bestrahlungstherapie), durch Psychotherapie (Stressabbau, Stressbewältigungsstrategien, Joga, Jogging, Kontrolle der Arbeitsergonometrie - falsche Körperhaltung, PC-Arbeit -, Änderung der Lebensführung etc.) und durch Unterbrechung der Reize und Dehnung der überspannten Muskulatur als einleitende Schienentherapie mit Bissperrung als Relaxierungsschienen oder in meist leichtem Vorschub fixiert mit Repositionierungsschienen behandeln.

---

Bestimmte Kieferfehlstellungen können auch als Trigger für die dann folgenden Myoarthropathien sein. So kann gerade ein seitlicher Kreuzbiss dazu führen, dass als Reaktion darauf die Muskulatur verspannt ist.

Prof. Meyer hat an einer Bevölkerungsgruppe von 10.000 Menschen in der Greifswaldstudie nachweisen können, dass z. B. ein direkter Zusammenhang zwischen einseitiger Migräne und Hypertonus der Kau- und Gesichtsmuskulatur besteht. Dieser Zusammenhang korreliert sogar in seiner Intensität, d. h. je größer die Muskelverspannungen sind, desto höher sind die damit verbundenen Kopfschmerzen. Diesen Patienten kann durch eine kombinierte Therapie von Kieferorthopädie und Physiotherapie (manuelle Therapie) entschieden geholfen werden. In ca. 50% aller Fälle können diese Patienten beschwerdefrei werden. Die Neurologen haben bei diesen Patienten unter Gabe von Schmerzmitteln etc. lediglich eine Erfolgsrate von 30% (so Prof. Meyer in seinem Vortrag der ZAB-Fortbildung in Frankfurt 2006).

*Wie man sieht, sind die Einflüsse, die das Kiefergelenkknacken verursachen können, sehr unterschiedlich (multifaktoriell); zudem beeinflussen sie sich noch gegenseitig, so dass eine gute Kiefergelenkdiagnostik, CMD-Beratung und -Therapie sehr komplex sind und einen erfahrenen Spezialisten benötigen.*

### **Weitere mögliche Ursachen für Kiefergelenkbeschwerden:**

#### **Gelenkerguss**

Der Gelenkerguss ist eine zu üppige Ansammlung von synovialer Flüssigkeit im Gelenk. Diese Flüssigkeitsansammlung verursacht Druck im Gelenk. Es kommt mitunter zu Gelenkverschiebungen, Dispositionen, Distractionen und Verlagerungen der Gelenkposition, welche dann auf die sensiblen Nervenrezeptoren einen schmerzhaften Reiz ausüben.

**Der Gelenkerguss ist wohl die häufigste akute Beschwerden auslösende Ursache im Kiefergelenk.** Typisch hierfür ist die oft plötzlich auftretende Schmerzreaktion.

---

Der Patient hatte meist noch nie irgendwelche Probleme mit seinem Kiefer, und plötzlich kann er nicht mehr kauen. Das Zubeißen ist schmerzhaft, und auf der schmerzhaften Seite hat er bei geschlossenem Mund zu frühen Seitenzahnkontakt. Auf der schmerzfreen Seite stehen die Zähne noch außer Kontakt, und ein weiteres Schließen ist dann oft höchst schmerzhaft.

Gelenkergüsse entstehen durch langes Überdehnen oder ruckartige exzessive Zerrung am Gelenk. Langanhaltendes Überdehnen kann z. B. durch Intubation während einer Operationsnarkose vorkommen. Der Patient merkt die Gelenkschmerzen meist erst lange nach der Operation, wenn er schon wieder zu Hause ist und sich die normalen Lebensgewohnheiten eingestellt haben. Er bringt seine Kiefergelenkschmerzen dann meist nicht mit der vorherigen OP in Zusammenhang.

Ein schwieriger Eingriff bei der Weisheitszahnentfernung kann auch zu einem Gelenkerguss führen. Da der Patient den Mund oft lange sehr weit aufhalten muss, kann es zu einem Gelenkerguss kommen. Auch zu häufiges Gähnen mit weiter Mundöffnung kann einen Gelenkerguss auslösen, insbesondere bei Patienten, denen das Kiefergelenk aus der Gelenkpfanne herausrutscht. Solche Patienten haben eine sogenannte Totalluxation des Kiefergelenkes. Meist tritt diese mit einer generalisierten Bindegewebsschwäche auf, welche wiederum häufig vererbt wurde.

Sportverletzungen mit Schlägen oder Ballkontakt auf dem Unterkiefer können ebenfalls zur Infiltration von übermäßiger Synovialflüssigkeit führen. Der Gelenkerguss im Kiefergelenk braucht ähnlich lange, bis die Beschwerden weg sind wie beim Verstauchen eines Fußes. Das heißt, es kann mitunter mehrere Monate dauern, bis der Patient halbwegs beschwerdefrei ist.

Auch entzündliche Autoimmunerkrankungen wie Rheuma oder dauerhafte Fehlbelastungen können einen leichten Gelenkerguss auslösen. Da diese Prozesse sehr langsam sind, richtet sich der Körper eher darauf ein und es kommt, wenn überhaupt, dann erst sehr spät zu Beschwerden.

Die Therapie des Gelenkergusses besteht in Entlastung (Schiene), Abschwellung (Diclofenac), Heilungsförderung (Nicht zu Beginn! Kälte-/Wärme-Therapie), und in Extremfällen ist eine Punktion des Gelenkes in Erwägung zu ziehen.

---

## **Rheumatische Beschwerden**

Rheumatische Beschwerden können ebenfalls zu Kiefergelenkbeschwerden führen. Hierbei sollten der Zahnarzt und der Kieferorthopäde darauf achten, dass keine okklusionsbestimmten Reize wie Frühkontakte und Parafunktionen zusätzliche Schmerzempfindungen verursachen.

Fehlerhafte Prothetik ist eventuell auszubessern oder steilstehende deckbissartige Frontzähne sind kieferorthopädisch zu nivellieren. Die eigentliche Therapie erfolgt jedoch durch Verabreichung von Schmerzmitteln und Kortison-Präparaten.

## **Kieferbruch und Unfalltrauma**

Bei einem Kieferbruch und anschließendem nicht adjustiertem Verheilen können auch als Spätfolge Kiefergelenkschmerzen entstehen. Fällt ein Patient hin und erleidet einen heftigen Stoß oder hat er multiple Traumata, so wird manchmal nicht bemerkt, wenn das Kiefergelenkköpfchen vom Gelenkhals abgebrochen ist. Erst ein falscher Biss und die damit als Spätfolge entstehende Überbelastung des Gelenks durch zu großen Druck auf die Gelenkpfanne (Gelenkkompression durch dorsocranialen Belastungsvektor) verursachen arthrotische schmerzhaftige Gelenkveränderungen.

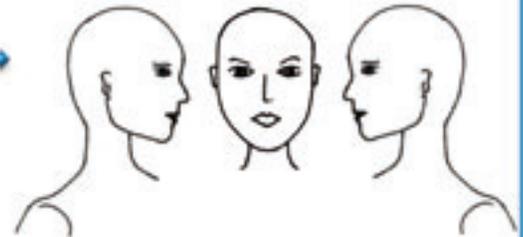
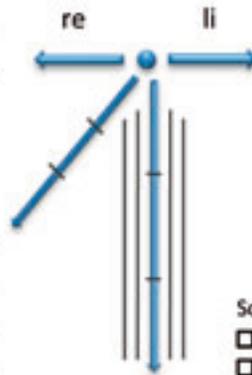
Hier ist häufig eine kieferorthopädische und zahnärztliche Kombinationstherapie notwendig. In seltenen Fällen kann eine zusätzliche kieferchirurgische Intervention erforderlich sein.

1. Name: \_\_\_\_\_  
 Geb.Datum: \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_\_

BGS: \_\_\_\_\_

Finger: \_\_\_\_\_

Knacken = K  
 Reiben = R



## 2. Anamnese

KGK: \_\_\_\_\_  
 LUX: \_\_\_\_\_  
 TRAUMA: \_\_\_\_\_

rechts	links

Schmerzen \_\_\_\_\_  
 dumpf \_\_\_\_\_  
 stechend \_\_\_\_\_

## 4. Dynamische Translation

<input type="checkbox"/> früher <input type="checkbox"/> später			
<input type="checkbox"/> lauter <input type="checkbox"/> leiser			
<input type="checkbox"/> heller <input type="checkbox"/> dumpfer			
verschwunden	verschwunden	verschwunden	verschwunden
<input type="checkbox"/> re	<input type="checkbox"/> li	<input type="checkbox"/> re	<input type="checkbox"/> li

## 5. a) Dynamische Kompression

<input type="checkbox"/> früher <input type="checkbox"/> später	<input type="checkbox"/> früher <input type="checkbox"/> später
<input type="checkbox"/> lauter <input type="checkbox"/> leiser	<input type="checkbox"/> lauter <input type="checkbox"/> leiser
<input type="checkbox"/> heller <input type="checkbox"/> dumpfer	<input type="checkbox"/> heller <input type="checkbox"/> dumpfer
verschwunden	verschwunden
<input type="checkbox"/> re	<input type="checkbox"/> li

## 6. Muskel Palpation

muskulärer	re	li	re	li	re	li	re	li
Hypertonus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Te	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> La	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sh
Hypertrophie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Te	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> La	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sh
Myositis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Te	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> La	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sh
Tendinitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Te	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> La	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sh
Reflekt. Anspannung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Te	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> La	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sh

Masseter - Ma  
 Temporalis - Te  
 Ptery. Lateralis - La  
 Syprahyoidale Musk. - Sh

## 5. b) Kondylushypermobilität

re li  
 Subluxation Prim.  
 Luxation re li  
 (keine aktive Reposition)

## 9. Passive Bewegung

Hart ligamentär	E1	Das Endgefühl
Zu weich	E2	
Zu hart	E3	
Zurückfedernd	E4	
Knöchern	E5	
Abrupt	E6	
Leer	E7	

## 7. Traktion u. Translation

Schmerzen S+  
 Bewegungsabnahme B-  
 Bewegungszunahme B+  
 Kraftabnahme K-  
 Kraftzunahme K+

## 8. Passive Kompression

## 10. Isometrische Anspannung

schließen	öffnen

Beurteilung: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

OB      Sens      Weber  
 Beobachten         
 MRT ÜW      Stehling      Sonstige

Therapievorschlag: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



Der Patientin wurde links im Unterkiefer als Kind ein Zahn extrahiert. Die Extraktion führte zu einer Mittellinienverschiebung, so dass die Zähne nicht mehr der Gesichtssymmetrie folgen. Sie hat eine steil stehende Front, eine Mittellinienverschiebung nach rechts und Platzmangel oben links. Die oberen Frontzähne stehen im Verhältnis zur Neigung der Nase zu sehr nach rechts. Die Patientin wünschte, dass ihre Zähne dem natürlichen Verlauf ihrer Gesichtssymmetrie folgen. Hierdurch wird ein natürlicher, harmonischer Eindruck vermittelt.



### Extraktionsfall vorher



Zähne und asymmetrische Lippen passen nicht zusammen

### Extraktionsfall nachher



Der asymmetrische Mund und die nach links geneigten oberen Frontzähne wirken jetzt harmonisch

Behandlungsdauer Extraktion: 1 Jahr und 6 Monate

---

## Diagnose:

Divergente Gesichts- und Kieferasymmetrie mit Mittellinienverschiebung des Oberkiefers nach rechts, bei Neigung der Nase nach links. Deckbiss, Frontengstand, Platzmangel im 2. Quadranten.

## Therapie:

Extraktion eines oberen linken Prämolars. Korrektur der Mittellinienverschiebung, Auflösen des Engstandes, Schließen der Lücke des extrahierten Zahnes zur Einstellung in neutrale Eckzahnrelation.

### Vor Extraktion und Behandlungsbeginn



Der linke Prämolare ist noch nicht extrahiert.  
Der obere Eckzahn steht zu weit vor.



Die Extraktion des kleinen Backenzahnes ist erfolgt und die Invisalign-Behandlung kann beginnen.

### Nach Extraktion und Behandlungsabschluss



Der Eckzahn wird in die Extraktionslücke hineingeschoben.



Der Eckzahn steht jetzt richtig, die Extraktionslücke ist geschlossen. Die Invisalign-Behandlung mit unilateraler Extraktion ist abgeschlossen.

---

### Zusätzliche Maßnahmen bei Invisalign mit Extraktion



Bei der Extraktion von Zähnen und anschließendem Lückenschluss gibt es bei der kieferorthopädischen Behandlung immer das Problem der sich zusammenziehenden und zur Extraktionslücke neigenden Kauebene. Dieses Problem tritt auch bei festen Spangen auf. Man nennt dies auch den Tabaksbeuteleffekt.



Um dieser Neigung der Okklusionsebene in die Extraktionslücke vorzubeugen, muss der Kieferorthopäde entsprechende Maßnahmen ergreifen. Bei Extraktionen mit Anwendung von Invisalign kann die Neigung zum Teil sehr deutlich ausfallen. Gummizüge, die an den Schienen oder an den Zähnen verankert werden, wirken der Extraktionsneigung entgegen.



**Fast abgeschlossene Behandlung, die Extraktionslücke ist geschlossen und die Okklusionsneigung weitgehend korrigiert.**



## Invisalign Teen – Zahnspangen auch für Kinder



Auch bei Jugendlichen, bei denen keine Milchzähne mehr vorhanden sind, kann die Invisalign-Zahnspange angewendet werden. Ein neues Programm, Invisalign Teen, ermöglicht sogar, dass sehr früh mit der Invisalign-Therapie, manchmal sogar im Alter von 9 - 10 Jahren, begonnen werden kann.

Dieser junge Patient war zu Behandlungsbeginn fast 13 Jahre alt. Sein Hauptproblem sind die großen Oberkiefer- und Unterkieferfrontzähne, wobei die Oberkieferfrontzähne in der Relation zu den unteren ebenfalls viel zu groß sind. Durch Odontoplastik ASR kann der notwendige Raum geschaffen werden, um hier eine sehr elegante Korrektur der Zahnfehlstellung zu erreichen.



Vor der Invisalign-Behandlung



Nach der Invisalign-Behandlung



**Behandlungsdauer Invisalign-Teen-Zahnspangen: 1 Jahr und 3 Monate  
Oberkiefer 35 Aligner, Unterkiefer 10 Aligner**

---

## Diagnose:

Der Patient hat eine reguläre seitliche Verzahnung. Durch das Missverhältnis zwischen den zu großen oberen und unteren Schneidezähnen (= Bolton-Diskrepanz) entsteht neben dem frontalen Engstand eine zu große frontale Stufe (sagittale Frontzahnstufe = 6,5 mm). Hierdurch ist der entspannte Lippenschluss gestört. Das heißt, dass der Patient die Muskulatur des Mundes leicht anspannen muss, um die Lippen zu schließen.

## Therapie:

Da die seitliche Verzahnung des Patienten normal (neutrale Okklusion) ist, kann dieser Fall ohne zusätzliche Hilfsmittel mit Invisalign sicher geplant und therapiert werden. Um ein übermäßiges Vorschieben der Frontzähne zu vermeiden, ist es notwendig, die Zahnform odontoplastisch durch Schmelzreduktion zu verändern. Dies ermöglicht dann auch einen entspannteren, besseren Mundschluss, und die Gefahr, dass die Zähne aus der Knochenbasis (alveoläre Basis) herausgedrückt werden und sich folglich das Zahnfleisch zurückzieht, ist damit auch gebannt.

Um eine ideale Angleichung der oberen und unteren Zahngröße zu erreichen, wäre nach traditioneller Diagnostik ein Setup der Zähne vor und nach der Schmelzkorrektur notwendig. Diese schwierige Laborarbeit wird in sehr eleganter Weise mit präzisiertem Ergebnis durch die moderne diagnostische Anwendung des ClinChecks ersetzt. Um bei dem jugendlichen Patienten nicht unnötig viel Schmelz zu entfernen (approximale Schmelzreduktion – ASR), ist es möglich, sich an das ideale Ergebnis heranzutasten. Nach einer ersten Odontoplastik wird der Silikonabdruck zur ClinCheck-Diagnostik eingescannt.

Bei diesem Patienten folgte hieraus, dass die oberen Frontzähne, immernoch in der Relation zu den unteren, zu groß waren (siehe ClinCheck-Auszug auf der nächsten Seite). Der erste diagnostische ClinCheck ermöglichte es nun, unter Zuhilfenahme des Messrasters und der elektronischen Analyse über den weiteren ASR-Bedarf exakt festzulegen, wieviel Zahnschmelz für ein optimales funktionales und ästhetisches Ergebnis entfernt werden darf.

---

### ClinCheck-Diagnostik zur Ermittlung der optimalen Zahnfehlstellungskorrektur:

Mit den unten aufgeführten Beispielen der ClinCheck-Diagnostik wurde es möglich, ein optimales kieferorthopädisches Ergebnis bei dem jugendlichen Patienten mit so wenig wie gerade notwendigem ASR zu erreichen.

ClinCheck-Behandlungsplanung mit zu geringer odontoplastischer Schmelzreduktion der Oberkieferfront führt vom Anfang (li.) bis Ende (Mitte, re.) zu einer zu großen sagittalen Stufe. Der Überbiss beträgt mehr als 4 mm.



ClinCheck-Behandlungsplanung nach erfolgter zusätzlicher odontoplastischer Korrektur der oberen Frontzähne. Jetzt können die Frontzähne optimal in den Zahnbogen eingestellt werden und der Überbiss beträgt 2 mm.



### Ideale Zahnstellung nach der kieferorthopädischen Therapie mit Invisalign-Schienen eines Jugendlichen

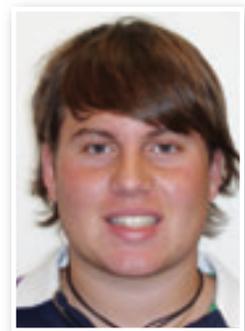




## Twin-Block – Invisaligntherapie mit Twin-Block



Der Twin-Block ist ein Funktionskieferorthopädisches Gerät, welches in den 70er Jahren vom englischen Kieferorthopäden Dr. Clark und seinen Kollegen entwickelt wurde. Der besondere Vorteil an diesem Gerät liegt dabei, dass die Patienten damit sehr gut sprechen und sogar kauen können und es ist herausnehmbar im Gegensatz zu den anderen Geräten, die bei einer späten Gebissverlagerung anwendbar sind. In unserer Praxis hat der Twin-Block andere Geräte wie Herbst-Scharnier, Sabbagh-Universal-Spring (SUS), Distal-Carriere, Mara, Jusper-Jumper, Jones-Jig, etc. abgelöst. Selbst nach Abschluss des Kieferwachstums bei Heranwachsenden sind hier noch skelettale Kieferumstellungen ohne Kieferchirurgie möglich.



**Vor Twin-Block-Invisalign  
Kombibehandlung**



**Nach Twin-Block-Invisalign  
Kombibehandlung**



**Twin-Block Behandlungsdauer 10 Monate, 2 Monate Pause und  
11 Monate Invisalign**

---

## Zur Behandlung:

Deckbisse gelten in der KFO als schwierige und rezidivfreudige (Zahn- und Kieferfehlstellung will in ihren Ursprung zurück) Fälle. Während mit der Wilsontechnik diese schwierigen Fälle in dentaler Kompensation (nur die Zähne werden im Kiefer verschoben) dauerhaft sehr gut gelöst werden können, ist auch bei späten Fällen mit vollbezahntem Gebiss ab dem 12. Lebensjahr eine orthopädische Therapie mit dem Twin-Block möglich. Sicherlich ist es besser solche Fälle immer so früh wie möglich zu behandeln, d. h. der ideale Zeitpunkt aller orthopädischen Kieferwachstums fördernden Behandlungen liegt im Alter vor der zweiten Wechselgebissphase zwischen dem 8. und 10. Lebensjahr. Durch die Verbesserung der Atemwege sollte diese dann auch möglichst erfolgen. Nicht immer ist es jedoch möglich und so ist es gut, auch für späte oder zu späte Fälle eine Alternative zu haben, bei der nicht gleich das chirurgische Messer droht.



Deckbiss – die nach innen stehenden zwei oder vier oberen Frontzähne. Häufig halten diese Frontzähne den gesamten Unterkiefer zurück, so dass er sich nicht richtig entwickeln kann. Der Deckbiss ist eine angeborene, vererbte Zahn- und Kieferfehlstellung.

**Nach Prof. Dr. Polzar (KKU) modifizierte Twin-Block-Apparatur mit frontaler Quad-Helix zur Protrusion der OK Frontzähne und mit Schrauben zur transversalen Nachentwicklung.**



---

**Anfangsbefund mit 1/2 PB KI II rechts und 1 PB KI II links und daraus resultierender Mittellinienverschiebung des Unterkiefers nach links.**



**Twin-Block im Mund. Deutlich zu sehen, dass der vordere Bereich offen ist und der Patient aus diesem Grund mit dem Gerät gut sprechen kann.**



**Nach 10 Monaten Tragedauer ist der Unterkiefer skelettal umgestellt. Eine Überbehandlung von 1-2 mm gleicht das sich meist einsetzende Rezidiv aus. Die Mittellinie ist jetzt korrekt eingestellt.**



**Nach der funktionskieferorthopädischen Therapie wurden die Einzelzahnfehlstellungen mit Invisalign korrigiert und der frontale Kreuzbiss der mittleren Schneidezähne überstellt.**



---

**In der Retentionsphase, 2 Jahre nach der aktiven kieferorthopädischen Kombinationstherapie mit Twin-Block und Invisalign, zeigt sich kein Rezidiv. Die Zähne haben noch besser zueinander gefunden, d. h. die Okklusion hat sich gesetzt (Settling).**



## Rezidiv - weil nach 11 Jahren Behandlung und zwei festen Spangen beim Vorbehandler kein Lingualretainer zur Stabilisierung eingesetzt wurde!

*Die Patientin kam mit einem Engstand in unsere Praxis. Sie ist 30 Jahre alt und hatte schon eine zehnjährige kieferorthopädische Behandlung hinter sich, bei der sie vorher mit herausnehmbarer und fester Spange behandelt worden ist. Dabei musste sie eine hässliche Außenspange tragen, wodurch sie Schlafstörungen bekam. Dies alles versprach jedoch nicht den erhofften Erfolg. Nun kam für die Patientin eine feste Spange auf keinen Fall mehr in Frage.*



**Rezidiv vor Invisalign-Therapie**



**Rezidivfrei mit Lingualretainer 3 J. nach Invisalign-Behandlung**



**Aktive Behandlungsdauer vor Lingualretainer-Insertion mit der zweiten Behandlung – jetzt mit Invisalign nur 11 Monate!**

---

### **Kieferorthopädische Behandlung des Engstandes:**

Normalerweise muss bei solch einem Fall ein unterer vorderer Schneidezahn geopfert werden, um den Engstand aufzulösen (siehe Bsp. Lingualtechnik). Aber durch gezieltes ASR (Reduzieren der seitlichen Schmelzberührungspunkte) und genau voreingestellte Zahnbewegungen, die nur mit der Invisalign-Technik möglich sind, konnte auf das Extrahieren des Schneidezahnes verzichtet werden.

#### **VORHER:**

**(Ergebnis nach 11 Jahren KFO in anderen Praxen mit 2 x fester Spange, Head-Gear-Außenspange und für Patientin unzufriedenem Ergebnis)**



#### **NACHHER:**

**(Ergebnis nach nur 11 Monaten Invisalign-Behandlung in unserer Praxis)**



**Engstand vor Behandlungsbeginn**



**Engstand nach Behandlungsende beseitigt und mit Lingualretainer stabilisiert**



*Die Behandlung mit Invisalign dauerte nur 11 Monate (die Vorbehandlung im Vergleich 10 Jahre – ohne Zufriedenheit). Im Oberkiefer wurden 22 und im Unterkiefer 18 Schienen getragen – jede Schiene für ca. 2 Wochen.*

*Nach der Behandlung mit Invisalign hatte die Patientin keine Kopfschmerzen mehr und ist mit ihrem Lächeln sehr zufrieden.*

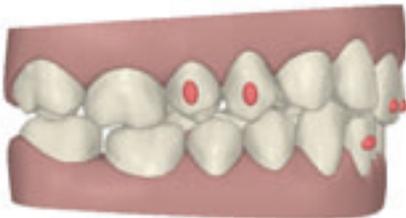




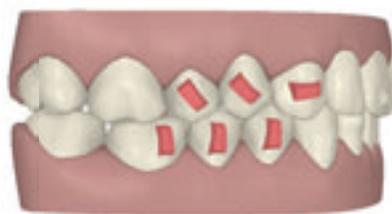
Die Patientin störte der ausgeprägte Deckbiss mit den schiefstehenden Zähnen und dem tiefen Biss. Für sie kam nur eine Behandlung mit unsichtbaren Zahnspangen infrage. Aufgrund der extremen Zahnfehlstellung wurde zunächst nur eine Behandlung mit Lingualtechnik gewählt (Zahnspange von innen). Nach einem sehr deutlichen Behandlungsfortschritt in nur 6 Monaten konnten in den folgenden 1 1/2 Jahren keine deutlichen Verbesserungen erreicht werden, so dass die weiterfolgende Behandlung mit Feineinstellung der Okklusion mit Invisalign erfolgte.



ClinCheck zu Beginn



ClinCheck nach letztem Case Refinement



Anfangsbefund vor Lingualtechnik



Behandlungsende nach Invisalign und Lingualtechnik



Lingualtechnik Behandlungsdauer: 23 Monate  
Invisalign Behandlungsdauer: 18 Monate

---

## Zur Behandlung:

Extremer Deckbiss mit Kreuzbiss der rechten Eckzähne, buccale Nonokklusion (= fehlende Verzahnung) der ersten Backenzähne rechts. Ausgeprägter Tiefbiss mit traumatischem Kontakt des Zahnfleisches. Ausgeprägte Deckbisse sind mit „normalen“ Zahnspangen mit Brackets von außen schwierig zu therapieren. Hier haben insbesondere die Zahnspangen von innen (Lingualtechnik) entscheidende medizinische und biophysikalische Vorteile.

Zum einen liegt der Kraftansatz, der in ihrer Achse zu rotierenden Zähne (Torque), viel näher an dem Widerstandszentrum des Zahnes. Dies ermöglicht einen kontrollierteren und effektiveren Kraftansatz für die Torquebewegung und vermindert das bei der Außenbrackettechnik entstehende Längerwerden der Frontzähne (Elongation). Folglich sind die notwendigen Verankerungskräfte wesentlich geringer.

Zum anderen dienen die von der Fa. Ormco® verwendeten Lingualbrackets als hervorragende Aufbisse, um dem tiefen Biss entgegenzusteuern. Mit herkömmlicher Multi-bandtechnik wäre es ohnehin kaum möglich in solchen Fällen, die unteren Frontzähne von Beginn an mit den erforderlichen Brackets zu bekleben.

### Lingualtechnik



Zahnspange von innen

### Patient vor Behandlungsbeginn



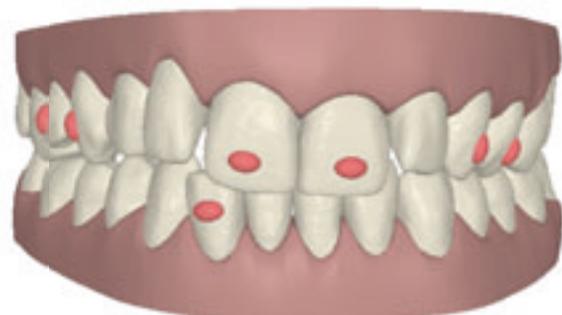
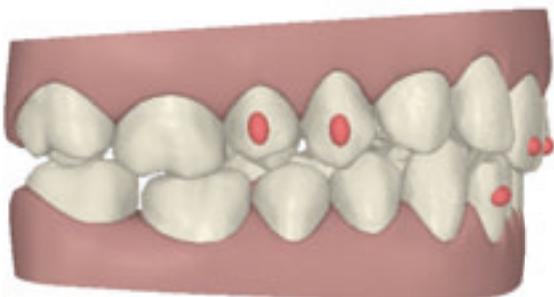
Bukkale Nonokklusion eines Prämolaren, kreuzbeißende rechte Eckzähne. Befund mit extremen Zahnfehlstellungen und Tiefbiss. Die Kieferlage ist jedoch physiologisch korrekt.

### Patient nach 23 Monaten Behandlung mit Lingualtechnik und vor Beginn der Invisalign-Therapie



Eine deutliche Verbesserung der Dysgnathie konnte schon nach 6 Monaten erreicht werden, jedoch zeigen sich hier die Nachteile der Lingualtechnik. Trotz intensiver Bemühungen gelang es nicht, die Feineinstellung der Okklusion zu erreichen.

### ClinCheck



### Patient während Behandlung mit Invisalign



Patient nach 11 Monaten Invisalign-Therapie mit erstem ClinCheck. Der Torque der oberen Frontzähne hat sich sehr gut eingestellt. Im rechten Seitenzahnbereich ist noch ein leicht offener Biss zu sehen. Deshalb wurde ein zweiter Behandlungsabschnitt mit Invisalign zur Verfeinerung des Ergebnisses (Case Refinement) abgeschlossen.

### Patient während Case Refinement Behandlung Invisalign kurz vor Ende der Therapie



Seitenansicht während Case Refinement mit geneigten (beveled) Attachments, die zum Teil diagonal positioniert wurden.

### Patient nach Behandlung mit Invisalign



Bei Nichtanlagen von bleibenden Schneidezähnen können entweder die Lücken geschlossen werden oder es werden die vorhandenen Lücken mit Implantaten oder Prothetik versorgt. Ein Lückenschluss der Zähne ist die eleganteste Lösung. Sie ist jedoch häufig nur bei Kindern und Jugendlichen möglich. Erwachsene mit Nichtanlagen bleibender Zähne haben oft noch ihre Milchzähne an dem Ort des fehlenden bleibenden Zahnes. Fallen diese Zähne aus, so entsteht eine Zahnlücke, die zu versorgen ist.



ClinCheck mit  
extrahiertem Zahn



ClinCheck nach  
der aktiven Therapie



Patient vor Behandlungsbeginn



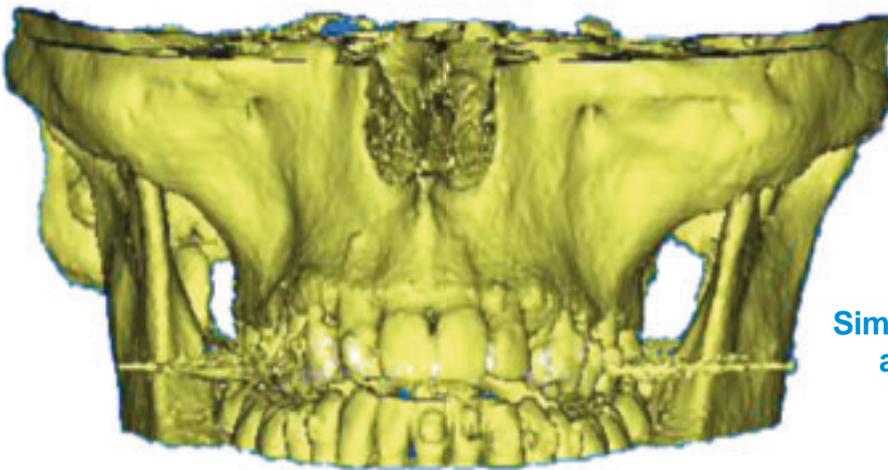
Patient nach Invisalign-Behandlung



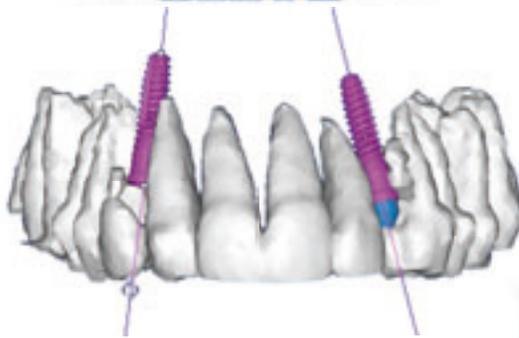
Implantat-Insertion-Vorbehandlung mit Invisalign: 14 Monate

### 3D-Computertomographie:

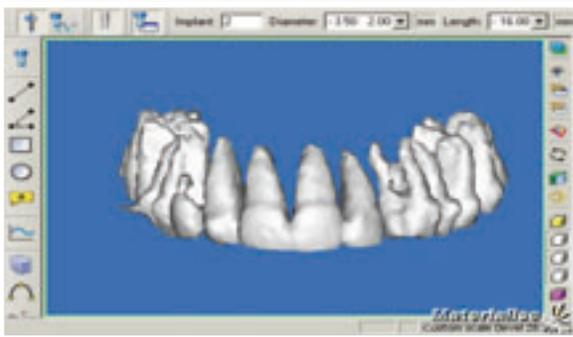
Mit Simplant-Software der Firma Materialise berechnete Implantatposition auf der Grundlage einer 3D-computertomographischen Analyse. Mit diesen High-Tec-Verfahren können die CT-Daten computergestützte Ergebnisse zur bestmöglichen und sicheren Versorgung des Patienten liefern.



Simplant® Ceph-3D Detail  
aus CCT Datensatz  
berechnet



Simplant® Software Working Station

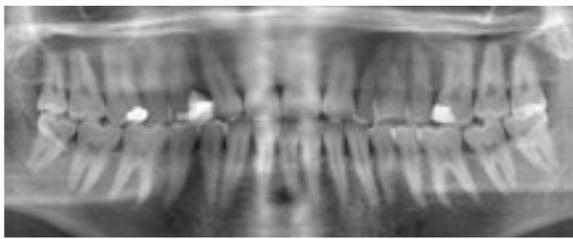


Simplant® Darstellung der Zähne bei Reduktion der Knochenanteile. Computerunterstützte Ermittlung der idealen Implantatposition.

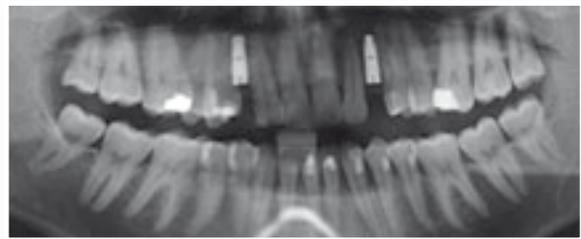
---

## Ergebnis:

Die dargestellten dreidimensionalen bildgebenden Verfahren konnten zur genauen Platzbestimmung der Implantate herangezogen werden. Nur durch die 3D-Aufarbeitung der CT-Daten konnte das Risiko verbleibender Milchzahnwurzelreste beurteilt werden.



OPT vor Behandlungsbeginn



Panoramaschichtaufnahme nach Insertion der Implantatschraube

## Vor Behandlungsbeginn



Nichtanlage der seitlichen Schneidezähne und Milchzahnpersistenz 53,63 nach Verlust 53



Eckzahn in Position des fehlenden seitlichen Schneidezahnes

## Nach Behandlung mit Invisalign und Implantaten



---

### Eckzahnremodellation – Odontoplastik (siehe auch unter ASR):

Die Umgestaltung eines Eckzahnes zu einem seitlichen Schneidezahn führt zu ästhetisch und funktionell guten Ergebnissen bei weitgehendem Erhalt der Zahnhartsubstanz. Die Insertion dauerhafter Fremdkörper wie Kronen und Brücken unter hohem Substanzverlust kann hierbei vermieden werden.



Spitzer Eckzahn vor Remodellation  
zum seitlichen Schneidezahn



Jetzt abgeflachter Eckzahn mit Zahnform  
eines seitlichen Schneidezahnes nach  
Remodellation (Odontoplastik)

### Behandlungsfall bei nicht angelegten Schneidezähnen (Nichtanlagen):

#### Anamnese:

Der Patient hat eine reguläre Verzahnung im Seitenzahnbereich, ihm fehlen jedoch die seitlichen oberen Schneidezähne (Nichtanlage). Während des Zahnwechsels im Alter von ca. 10 - 12 Jahren haben sich die oberen Eckzähne an die Stelle der nicht angelegten oberen Schneidezähne platziert. Da nun den Milcheckzähnen kein Zahn nachfolgte, konnten diese noch bis ins Erwachsenenalter im Gebiss bleiben. In aller Regel lösen sich dennoch die Wurzeln von Milchzähnen im bleibenden Gebiss auf, so dass sie dann herausfallen und eine Zahnlücke hinterlassen. Hier hatte sich der Patient den oberen rechten Milchzahn mit einem harten Gegenstand herausgebissen. Die neue Zahnlücke war Anlass zur kieferorthopädischen Beratung.

Für den Patienten war es wichtig, dass er seine bleibenden Zähne möglichst unbeschadet erhalten kann. Eine Lückenversorgung mit einer Brücke war für ihn nicht akzeptabel, da hierbei die noch zahngesunden Frontzähne mit erheblichem Substanzverlust beschliffen werden müssten.

---

## Therapie:

Die Lücke des verlorenen rechten oberen Milcheckzahnes wurde zunächst mit einem Kompositanhänger versorgt. Der linke obere persistierende Milcheckzahn wurde für die spätere Implantatversorgung ebenfalls sofort extrahiert (gezogen), damit genug Zeit verbleibt, dass sich der Alveolarknochen vor der Implantation rechtzeitig stabilisieren kann.

Je weiter seitlich die Versorgung mit Implantaten positioniert ist, desto geringer sind die eventuell damit verbundenen sichtbaren ästhetischen Nachteile. Aus diesem Grund und weil die oberen bleibenden Eckzähne schon in der Position der oberen Schneidezähne standen, wurde entschieden, dass die Eckzähne in ihrer Schneidezahnposition bleiben. Ein kieferorthopädisches Zurückbewegen wäre angesichts der langen Eckzahnwurzeln ohnehin mit einem sehr viel höheren zeitlichen Aufwand und auch höherem Behandlungsrisiko verbunden gewesen.

Um den Eckzähnen eine entsprechende neue physiologische und ästhetisch ansprechende Form zu geben, wurden diese odontoplastisch remodelliert (siehe Bilder oben). Dieses sehr viel Geschick erfordernde Verfahren ermöglicht es, den Zahn mit seiner eigenen Substanz ohne Verwendung von Kronen, Teilkronen oder Veneers substanzschonend zu belassen. Dieses Verfahren wurde erstmals von Prof. Björn Zachrisson aus Schweden beschrieben. Oftmals ist der Eckzahn als solcher gar nicht mehr zu erkennen. Nur die etwas gelblichere Zahnfarbe des Eckzahnes verrät noch, dass es sich nicht um einen seitlichen Schneidezahn handelt. Selbst hierfür gibt es eine Lösung: Mit modernen Bleaching-Verfahren lässt sich die Zahnfarbe angleichen und man erhält schöne weiße Zähne.

Der frontale Kreuzbiss auf der linken Seite erforderte die Extraktion eines unteren seitlichen Schneidezahnes. Die Lücke konnte unter Verwendung von Pointics und T-Attachments unauffällig gestaltet und geschlossen werden.

### Vorbehandlung:



Situation nach Zahnremodellation/Extraktion und vor der Invisalign-Behandlung. Der Kreuzbiss der linken Eckzähne muss noch überstellt werden und die Zahnlücke im Unterkiefer ist zu schließen. Die Implantate werden erst nach der Invisalign-Therapie gesetzt.



Patient mit Invisalign-Schienen im Mund. Damit die Extraktionslücke nicht auffällt, kann diese mit Kunststoff-Pointics aufgefüllt werden. Auch in der späteren Position der Implantate können Pointics gesetzt werden.



Nach nur 15 Schienen ist die Lücke im Unterkiefer schon fast geschlossen. Im Oberkiefer wird sie durch ein Implantat ersetzt. Der fast parallele Lückenschluss im Unterkiefer wurde durch die Verwendung von rechteckigen Attachments und einem T-Attachment am unteren Eckzahn erreicht.

### Eckzahnimplantate in Situ:

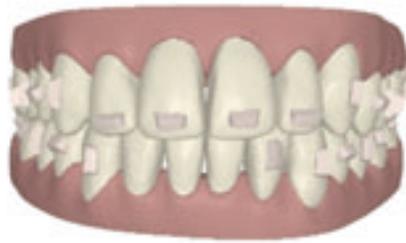


Patient nach Behandlungsende mit Invisalign. Die Lücken wurden geschlossen und die Implantate sind eingesetzt.



Neue Möglichkeiten eröffnen sich in der Kombination einer Invisalign-Therapie mit Schmelzreduktion (ASR) und der Verwendung von intramaxilären Gummizügen (hier zwischen OK und UK gespannte GZ, die die kieferorthopädischen Kräfte zwischen den Kiefern verteilen).

Nicht jede UK-Rücklage oder wie hier Deckbiss, bei einem erwachsenen Patienten muss mit einer Kieferoperation behandelt werden. Bei moderater skelettaler Anomalie sind auch Fehlbissstellungen von 6-8 mm (= 1 PB Distalbiss) ohne chirurgische Intervention erfolgreich therapierbar.



**Vor Behandlung mit Invisalign-Gummizügen**



**Nach Behandlung mit Invisalign-Gummizügen**



**Behandlungsdauer mit Invisalign und Gummizügen 23 Monate**

---

## Zur Behandlung:

Zunächst war sich der Patient gar nicht sicher ob er sich einer kieferorthopädischen Behandlung unterziehen sollte. Die schaufelförmige Fehlstellung der OK Frontzähne störte ihn jedoch so sehr, dass er sich auf anraten seines Zahnarztes einen Termin zur kieferorthopädischen Beratung geben lies.

Einen chirurgischen Eingriff lehnte der Patient von vornherein ab. Nach Beratung und eingehender Diagnostik konnte festgestellt werden, dass die eher moderate Kieferfehlstellung auch durch eine dentoalveoläre Kompensation möglich ist. Ein Vorteil hierbei war auch, dass die ohnehin zu große Zahnform welche auch ein Engstand in der Front verursachte für eine parodontal verbessernde Kieferorthopädie durch Odontoplastik mit approximaler Schmelzreduktion reduziert werden musste.

Ein regelmäßiges und konsequentes Tragen von zahnfarbenen Gummizügen, welche im Eckzahnbereich im Oberkiefer eingehängt werden und sich zum Backenzahnbereich des Unterkiefers spannen, ist erforderlich damit solch eine Therapie auch ohne Kieferoperation funktioniert. Die Gummizüge erzeugen eine Kraft von 80 - 180 gr. je nachdem wie sie eingehängt werden. Damit die Aligner im Unterkiefer nicht herausreißen ist es in solchen Fällen besonders wichtig, geeignete Attachments im Seitenzahnbereich zu platzieren.

**Hier ist der Einsatz der intermaxilären Gummizüge dargestellt**



**Bei einer kurzen Strecke wie hier, können die Gummizüge auch nachts doppelt getragen werden**



---

**Anfangsbefund mit deutlicher KI II Verzahnung  
und Deckbiss in der Front**



**Nach 23 Monaten erfolgreicher Invisalign-Therapie,  
die Verzahnung muss sich noch etwas setzen**





# Kieferchirurgie mit Invisalign

---

## Invisalign-Kieferchirurgie 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 ALG, 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 Institutionen 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 gegenüberstehen 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 Invisalign-Technik bei kieferchirurgischen Fällen liegen bis dato nicht vor bzw. sind nicht genügend veröffentlicht worden. Die vom Behandler gemachten Erfahrungen sind durchweg positiv. Eine noch bessere Planung und Übertragung zur Voreinstellung der gewünschten Okklusion ist mit einem anderen System bisher nicht möglich.

---

Kieferchirurgie wird dann in der kieferorthopädischen Behandlung benötigt, wenn es nicht mehr möglich ist, die Kiefer durch orthopädische oder orthodontische kieferorthopädische Maßnahmen richtig zueinander zu positionieren. Häufig bestimmt dann der Grad der Anomalie die Notwendigkeit zur Kieferchirurgie. Kieferfehlrelationen von über einem cm benötigen meist solch einen zusätzlichen Eingriff. Auch spielt das Alter eine wichtige Rolle. So ist es bei Erwachsenen mit abgeschlossenem Wachstum viel häufiger notwendig, kieferchirurgische Korrekturen mit der Kieferorthopädie zu verbinden. Ebenso spielen Vererbungsmerkmale und genetische oder individuelle Fehlentwicklungen eine nicht unbedeutende Rolle, ob Kieferchirurgie begleitend zur Kieferorthopädie notwendig ist.

#### **Kieferchirurgische Behandlungen mit Invisalign laufen in folgenden Sequenzen ab:**

1. Ausformen der Zahnbögen mit Invisalign
2. Chirurgische Intervention (die Kiefer werden vom Kieferchirurgen in die richtige Relation gesetzt)
3. Settlingphase (Nach der Kiefer-OP wird eine 2–3 monatige Pause eingelegt, damit der kieferchirurgische Eingriff ausheilen kann. In dieser Phase werden keine kieferorthopädischen Hilfsmittel und auch keine Gummizüge getragen.
4. Case Refinement (in dieser zweiten Behandlungsphase mit Invisalign wird die Feineinstellung der Okklusion bewirkt.)
5. Retentionsphase (das Behandlungsergebnis wird möglichst mit lebenslanger Retention und lingualem Permanentretainer (LPR) stabilisiert).

Entweder ist der Oberkiefer in einer falschen Position:

**Oberkiefer zu weit zurück = Retrognathie;**

**Oberkiefer zu weit vor = Prognathie**

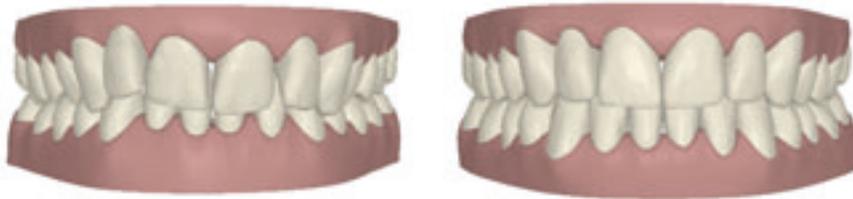
Oder der Unterkiefer befindet sich in einer falschen Position:

**Unterkiefer zu weit zurück = Retrogenie oder Rückbiss;**

**Unterkiefer zu weit vor = Progenie oder Vorbiss.**

Es gibt noch die Laterognathie, wobei die Kiefer ungleich aufeinander beißen und es häufiger zu einem seitlichen Kreuzbiss (Oberkieferzähne beißen zu weit innen) oder sogar zu einem seitlichen Scherenbiss (Zähne beißen aneinander vorbei) kommt. Eine hemifaziale Mikrognathie, einseitig zu kleiner Kiefer oder einseitige Unterentwicklung einer Gesichtshälfte (hemifaziale Mikrosomie / hemifaciale Dyskinesie), kann auch die Ursache einer Laterognathie sein.

*Kieferchirurgie wird dann in der kieferorthopädischen Behandlung benötigt, wenn es nicht mehr möglich ist, die Kiefer durch orthopädische oder orthodontische kieferorthopädische Maßnahmen richtig zueinander zu positionieren. Häufig bestimmt dann der Grad der Anomalie die Notwendigkeit zur Kieferchirurgie. Kieferfehlrelationen von über einem cm benötigen meist solch einen zusätzlichen Eingriff. Auch spielt das Alter eine wichtige Rolle. So ist es bei Erwachsenen mit abgeschlossenem Wachstum viel häufiger notwendig, kieferchirurgische Korrekturen mit der Kieferorthopädie zu verbinden. Ebenso spielen Vererbungsmerkmale und genetische oder individuelle Fehlentwicklungen eine nicht unbedeutende Rolle, ob Kieferchirurgie begleitend zur Kieferorthopädie notwendig ist.*



**Dysgnathie vor Invisalign-Unterkiefer-Kieferchirurgie**



**Kieferchirurgie nach Unterkieferchirurgie-Behandlung**



**Kieferchirurgie-Invisalign: nach 23 Monaten fertig**

## Kieferchirurgie - Unterkiefer-OP



Frontal- und Seitenansicht vor Beginn der kieferorthopädischen Therapie mit Invisalign-Kieferchirurgie. Zu tiefer Biss, Unterkieferrücklage und zu steil stehende Oberkiefer-Frontzähne.



Direkt nach Kieferchirurgie. Ein Splint zwischen den Zähnen fixiert die neue Unterkieferlage. Fixations-schrauben dienen zum Einhängen der Gummizüge zur Sicherung der neuen Unterkieferposition. Zusätzlich an den Zähnen angebrachte Haken wurden nicht benötigt.



Aufnahme zwei Wochen nach der operativen Unterkieferverlagerung. Die Seitenzähne stehen jetzt in der richtigen sagittalen Relation, und nach einem natürlichen Settling der Verzahnung wird die Feineinstellung der Okklusion in einem Case Refinement begonnen.

---

Typisch für Patienten mit einem Deckbiss (= zu steile obere Frontzähne) ist, dass ihnen die schiefe Zahnstellung im Oberkiefer zuerst auffällt. Bei genauerer Betrachtung fällt jedoch auf, dass der gesamte Unterkiefer viel zu weit zurück liegt und hier eine Kieferchirurgie indiziert ist.

Mit dieser Rücklage ist mitunter auch eine Atemstörung oder eine Kiefergelenkstörung verbunden, was die medizinische Indikation zur kombinierten kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlung umso mehr bekräftigt.

*Dieser Patient ist nach Kenntnis des Autors weltweit der erste Invisalign-Kieferchirurgie-Fall ohne festsitzende Apparaturen - ein Fall, der bereits 2006 veröffentlicht wurde! Heute ist dieses Procedere das Standardverfahren in der Praxis Prof. Polzar. Neben Veröffentlichungen und Vorträgen bietet Prof. Polzar hierzu Kurse für Kieferorthopäden an.*

### **Orthopädische Kieferchirurgie ohne feste Spange – geht das?**

Von Bedeutung ist, dass hier vom Chirurgen keine Brackets oder Bänder benötigt wurden. Es konnte trotz chirurgischer Intervention auf eine Multibandbehandlung vollkommen verzichtet werden. Dem Patienten blieb neben den vier Sicherheitshäkelchen an den Seitenzähnen jegliche festsitzende Therapie erspart.

#### **Nach kieferorthopädischer Kieferchirurgie:**



## KIEFERCHIRURGIE BEI KL. II 2 Unimaxilläre Chirurgische UK-Vorverlagerung

### Invisalign-Kieferchirurgie Befund:

Der 38-jährige Patient weist vor Behandlungsbeginn einen ausgeprägten dentoskelettalen Rückbiss mit deutlicher deckbissartiger Retroinklination der mittleren oberen Inzisiven auf. Die Verzahnung steht in einer Angle KI II2 mit  $\frac{3}{4}$  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 mäßiggradiger frontaler Engstand vor. Die mittleren oberen Frontzähne weisen infolge 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.

### Oberkiefer und Unterkiefer Aufsicht, rechte und linke Seite



---

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.

## ii. FRS Anfangsbefund / re. Panoramaschichtaufnahme vor Behandlungsbeginn



Abb. 5



Abb. 6

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 Vorliegen eines Deckbisses. Der intraorale parodontale Befund ist regelrecht mit deutlichem marginalem Gingivasaum in der Unterkieferfront.

## Parasagittale MRT-Schnittebene der Kiefergelenke vor Kieferchirurgie



Abb. 7

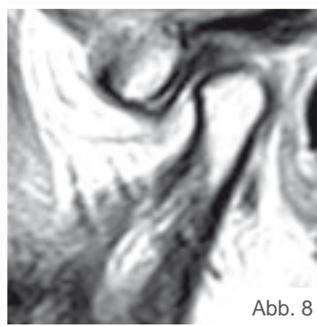


Abb. 8

---

## Invisalign-Kieferchirurgie Therapieplanung

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

## Invisalign-Kieferchirurgie 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 – 0,4 mm und 0,5 mm mesioapproximale Schmelzreduktion 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.

### ClinCheck mit ASR-Angabe in der oberen und unteren Leiste

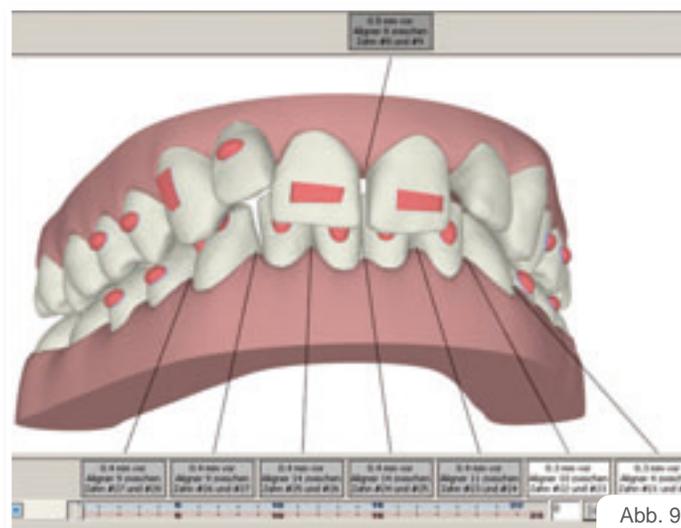


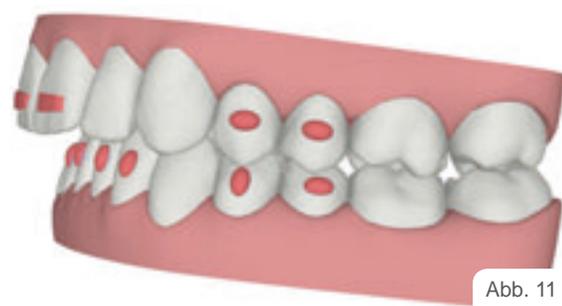
Abb. 9

---

Der Oberkiefer wurde ausgeformt, die oberen seitlichen Frontzähne retrudiert und die mittleren Frontzähne in der Protrusion getorqued. Die Prämolaren sollten derotiert werden. Die engstehenden 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.

### Linke Seite vor kieferchirurgischer OP und linke Seite ClinCheck vor Kieferchirurgie



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 konnten die postoperativen Schwellungen auf ein Minimum reduziert werden.

Einen großen Vorteil dieser kieferchirurgischen Technik sieht Dr. Dr. Kater in der autologen Einstellung des Kiefergelenkköpfchens. Da die Fixation mit den Osteosynthesepplatten nicht so rigide wie bei einer Stellschraubenfixierung ist, positioniert sich das Kiefergelenkköpfchen in der spannungsfreiesten und besten Position. Eine dorsale Kompression wird hierdurch vermieden. Einen weiteren Vorteil sieht Dr. Dr. Kater in der anatomischen Position des chirurgischen Spaltes. Dieser entspricht eher der eigentlichen „Sollbruchstelle“ bei traumatischer verletzungsbedingter Überbelastung des Unterkiefers, was demnach den Heilungsverlauf beschleunige und die Komplikationsrate herabsetze.

**Kieferchirurgie-CT mit sag. Spaltung  
des aufsteigenden Astes oberhalb der  
Eintrittsstelle des N. mandibularis**

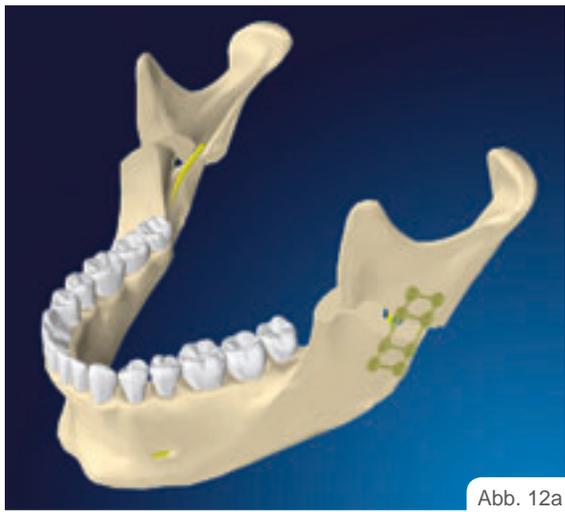


Abb. 12a

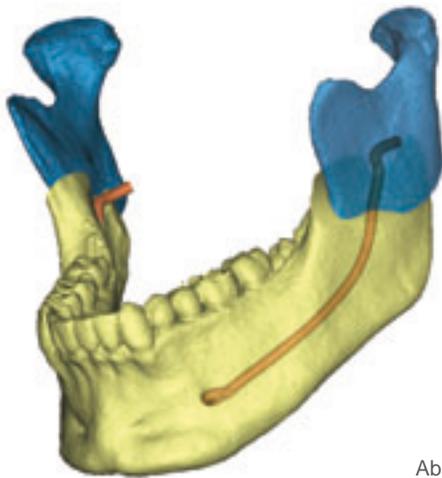


Abb. 12b

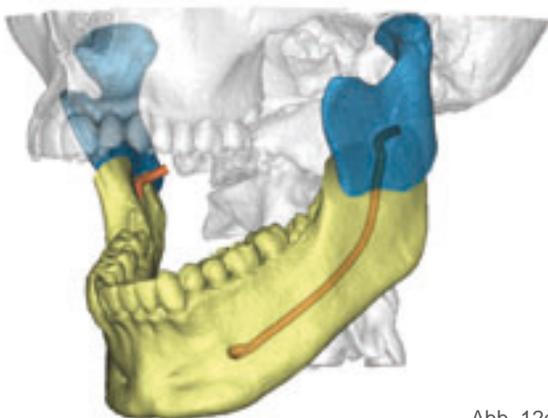


Abb. 12c

Die neue UK-Position wurde mit einem Splint kieferchirurgisch fixiert und mit intermaxillären Gummizügen stabilisiert. Die vorsichtshalber an den oberen Eckzähnen und unteren Prämolaren angebrachten Häkchen zur Festigung der neuen Bisslage wurden bei diesem Patienten nicht benötigt. Interradikulär gesetzte Osteosyntheseschrauben, im OK zwischen den Prämolaren und im UK zwischen Prämolaren und Molar eingeschraubt, dienten zur Stabilisierung des postoperativen Splintes.

Somit erfolgte die gesamte kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationstherapie ohne Zuhilfenahme von Multiband-Bracket-Systemen! 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 wurde 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 u. a. auf die regressive und ungeprüfte Stellungnahme der DGKFO zurückzuführen.

**Abb. 13a: Hilotherm Kältemaske zur Reduzierung des postoperativen Ödems bei kieferchirurgischen Eingriffen**

**Abb. 13b: Beispiel der Anwendung der Kältemaske am Patienten nach Kieferchirurgie-OP**

**Abb 14: Patient eine Woche nach Kieferchirurgie ohne sichtbare postoperative Schwellungen**



Abb. 13a



Abb. 13b



Abb. 14

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 infolge der chirurgischen Intervention Schmerzen zu beanstanden.

Zwischen der 3. 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. 15: Häkchen an den oberen Eckzähnen und den unteren Prämolaren können zur postoperativen Fixierung nach der Kieferchirurgie eingesetzt werden, wurden hier jedoch nicht genutzt.**

**Abb. 16, 17: Kieferchirurgische postoperative Stabilisierung mit Splint und Osteosyntheseschrauben**



Abb. 15



Abb. 16



Abb. 17

### Teilrezidiv der retroinklinierten OK-Front vor Beginn der Case Refinement



Danach wurde die Situation mit Halteschienen stabilisiert und Silikonabdrücke für das postoperative Case Refinement genommen. Mit 16 weiteren Alignern im Oberkiefer und 7 im Unterkiefer konnte eine nahezu perfekte Okklusion eingestellt werden. Im Oberkiefer-Seitenzahnbereich wurden Molaren und Prämolaren extrudiert. Die Bisslage wurde durch Einsetzen von KI II Gummizügen an den Alignern stabilisiert.

### Kieferoperation Vergleich ClinCheck - vorher und nachher

Vergleich des ClinChecks vor Chirurgie und nach Chirurgie mit der intraoralen Situation 3 Wochen nach der Chirurgie auf der rechten Seite. Neben dem leichten Frontzahnrezidiv zeigt sich eine stabile seitliche Verzahnung.



---

Der Vergleich des Behandlungsablaufes mit dem vorliegenden ClinCheck zeigt eine weitgehende Übereinstimmung der realen Therapie mit dem vorgegebenen Behandlungsergebnis.

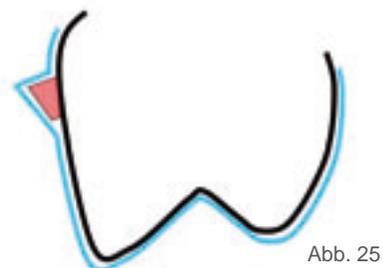
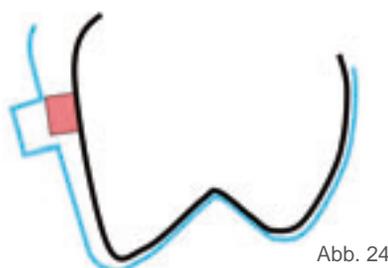
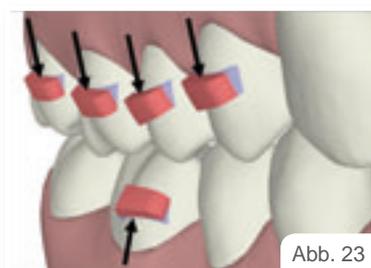
Auch bei einer konservativen herkömmlichen kieferorthopädisch kieferchirurgischen Kombinationstherapie kann nicht mit besseren Ergebnissen bzw. besserer prächirurgischer Kieferaushöhlung gerechnet werden. Die Hervorsage im ClinCheck erweist sich als sehr zuverlässig und gibt mehr Sicherheit bei der durchzuführenden 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- bis 4-wöchigem Setzen der Okklusion auch die Chance, die Gefahren möglicher Rezidivbewegungen rechtzeitig zu erkennen, so dass diese Informationen mit in das abschließende Case Refinement einfließen können.

## Kieferchirurgie mit Invisalign - 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 (beveled) Attachments zur Sicherung der Extrusionsbewegung.**  
**Abb. 24, 25: Vergleich der Alignerwirkung zwischen rechtwinkligen und geneigten Attachments.**



---

Der nach gingival entstehende Unterschnitt (Abb. 23: schwarze Pfeile) ermöglicht die Kraftübertragung zur Extrusion der Zähne. Die zusätzliche Neigung der Attachments erleichtert zum einen dem Patienten das Einsetzen der Aligner, zum anderen gleitet die Kante der Aligner am Attachment allmählich herunter, bis der jeweilige Extrusionsschritt erreicht ist.

Bei einem rechtwinklig positionierten Attachment ohne Neigung entsteht eine „Alles oder Nichts“-Situation. Das heißt, wenn ein Zahn nicht sofort der Attachmentimpression im Aligner folgt, sitzt 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 (beveled) 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 Oberkiefer 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. Diese sind quadratisch mit 4 mm oder 4 x 2 mm horizontal. Der obere gingivale Rand steht 2 mm 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 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 Zahnspange heraussteigen konnte (Abb. 26). Das von Align Tech vorgegebene Attachment hatte lediglich eine gingivale Stärke von 0,5 –1 mm.

### Zu schwach dimensioniertes Attachment kann die Intrusion als Nebenwirkung des Torque nicht verhindern.

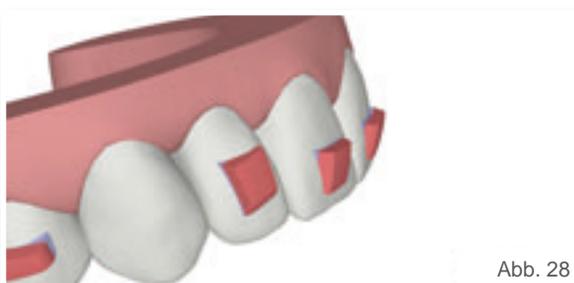


Die intrudierende Kraft, die auf den Zahn 11 wirkte, überwog die Retentionskraft des Alignermaterials, welches dann nach anterior verformt wurde. Der zu bewegende Zahn konnte aus dem Aligner aussteigen. Ein Case Refinement war nun unvermeidlich. Die minimale Stärke eines „Beveled Attachments“ sollte 1,5 mm Höhe an der seitlich geneigten Ebene aufweisen.

### Zu schwach dimensioniertes Torque-Attachment



### Case Refinement, ideales 4.4.2 Torque-Attachment



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).

**Neue Torque-Attachments,  
jetzt in horizontaler schmaler Form**



Abb. 29

**Abgeflachtes Attachment mit hoher Seite  
(pushing side/edged side) als Angriffsfläche  
für die zu bewegende Kraft.**

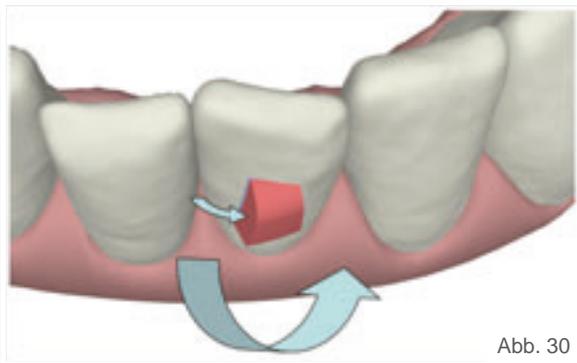


Abb. 30

**Abgerundete für Torque insuffiziente Attachments  
mit unsicherem Kraftvektor begünstigen  
das Aussteigen der Aligner.**



Abb. 31

Horizontale 4.2.2 Attachments sollen diese ersetzen (Abb. 29). 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 hinrotiert 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. Beachtet man das Prinzip der „Beveled Attachments“, so werden die abgerundeten Attachments überflüssig.

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

---

## Kiefer-OP 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 hat zwei Jahre und 2 Monate gedauert, die Gesamtbehandlung 2 Jahre und 5 Monate. Für die reine kieferorthopädische Bewegung wurden 19 Monate benötigt, davon 10 ½ Monate für die prächirurgische Ausformung und 8 1/2 Monate für die postchirurgische Feineinstellung der Okklusion.

**Abb. 32, 33: Vergleich, Gesicht vor und nach KFO-Chirurgie-Therapie**

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



**Abb. 36, 37: Vergleich, vor und nach Kieferorthopädie mit plastischem Aufbau der oberen mittleren Frontzähne.**



**Abb. 38: Patient zu Beginn der Invisalign-Therapie**

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







**Vor Behandlungsüber-  
nahme noch mit fest-  
sitzender Apparatur**



**Nach Ausformen der  
Zahnbögen mit Invisalign,  
vor Kiefer-OP**



**Nach Behandlungsab-  
schluss mit Invisalign  
und Kieferoperation**

*Das Kieferwachstum kann manchmal mit sehr kleinen Anreizen zum Teil erheblich gefördert werden. Hat man diese Wachstumsreize nicht im Griff, so kann dies auch zu gravierenden Nachteilen für den Patienten führen. Genau wie das Beispiel dieser Patientin zeigt. Manchmal hilft dann nur noch eine kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationstherapie, um die Diskrepanz des Kieferwachstums harmonisch auszugleichen. Wie die meisten Patienten in meiner Praxis, wurde auch diese Patientin ausschließlich mit Invisalignschienen vor und nach der Chirurgie behandelt. Die Bracketapparatur der Vorbehandlerin wurde vor Behandlungsbeginn sofort entfernt.*

ClinCheck vor der zweiten Behandlung



ClinCheck nach der Kieferoperation



---

### Zur Behandlung:

Die Patientin hatte als Kind mit 9 - 10 Jahren in einer vorbehandelnden Praxis eine Gaumennahterweiterungsapparatur (Hyrax) und herausnehmbare sowie festsitzende Zahnspangen erhalten.

Das Mittelgesicht wirkt etwas zu kurz. Während der Vorbehandlung hat sich die leicht progene Situation verstärkt und sich eine echte Progenie entwickelt.

Mögliche Auslöser für diese ungünstige Entwicklung können sein: die genetische Disposition, das behandeln des seitlichen Kreuzbisses führt regelmäßig zu einer Verkürzung des Zahnbogens in sagittaler Richtung oder auch das Anbringen von orthodontischen Druckfedern im Unterkiefer, welche hier einen Kieferwachstumsschub auch induzieren können.

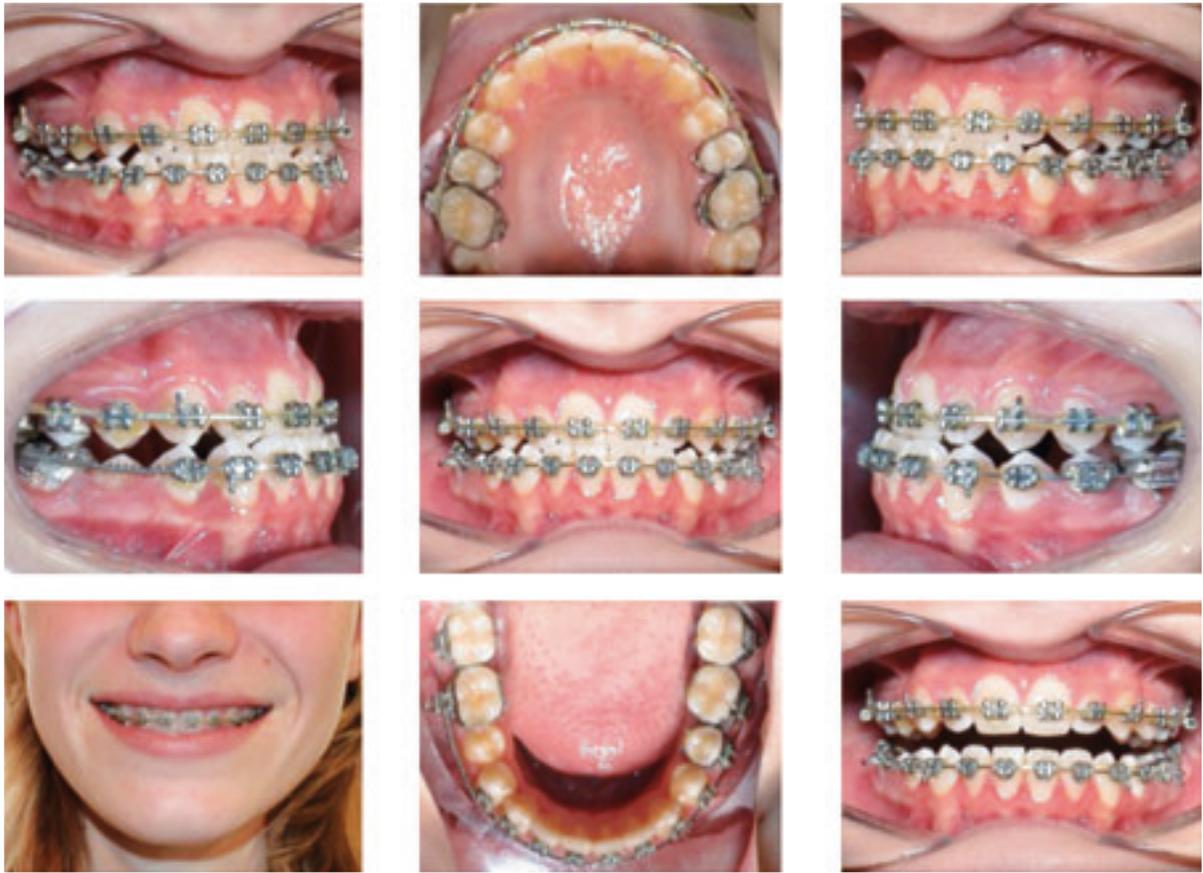
**Vor Behandlungsbeginn alio loco,  
die Frontzähne stehen noch im korrekten Überbiss.**



**Nach Gaumennahterweiterung alio loco,  
der Kreuzbiss auf der rechten Seite ist annähernd überstellt.**



### Vor Behandlungsbeginn mit Invisalign

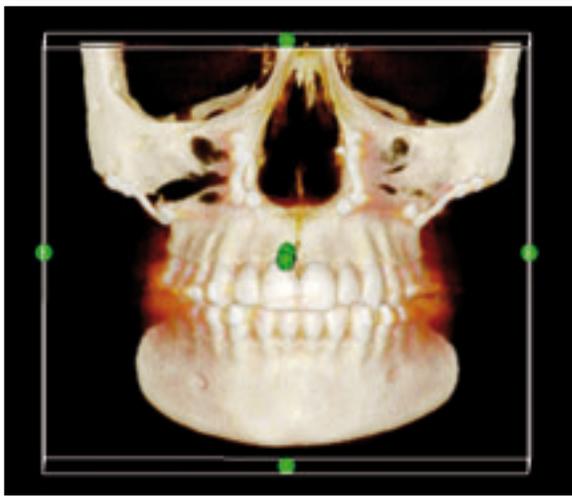


Die hier abgebildete Multibandbehandlung wurde in einer anderen Praxis durchgeführt. Während dieser kieferorthopädischen Behandlung hat sich eine deutliche prognathische Kieferrelation mit frontalem Kreuzbiss (die oberen Frontzähne stehen hinter den unteren Frontzähnen) ausgebildet. Dies war die Ausgangssituation für die dann folgende Invisalign-Therapie mit kombinierter chirurgischer Umstellungsosteotomie.

## Behandlungsende



### 3D DVT-Röntgendarstellung mit Osteosyntheseplatte nach der kieferchirurgischen Vorverlagerung des Oberkiefers



3D-DVT erleichtert die Befunderhebung zur Entscheidung ob die Reossifizierung (Knochenbildung) weit genug vorangeschritten ist, um die Osteosyntheseplatten entfernen zu können.

## Komplexe Kieferoperation – Invisalign-UK-OP beide Kiefer und Kinnplastik



*Kieferoperationen zur funktionellen Verbesserung der Verzahnung haben immer auch einen ästhetischen Aspekt. Bei dieser Patientin war es wegen des sehr flachen Gesichtspröfils mit deutlicher Kinnprominenz in besonderem Maße erforderlich, eine präzise Operationsplanung durchzuführen. Mit der funktionellen Verbesserung der Bisshebung und der Hebung der Mittelgesichtshöhe war es dann auch erforderlich, das Gesichtspröfil durch eine gezielte reduzierende Kinnplastik in eine harmonische Relation zu setzen. Die vornehmlichen Beschwerden der Patientin waren der eingesunkene tiefe Biss, bei dem die unteren Schneidezähne hinter die oberen Schneidezähne in den Gaumen gebissen hatten.*



**Dysgnathie vor Invisalign-Unterkiefer-Kieferoperation**



**Kieferoperation nach Unterkieferchirurgie und OK**



**Kieferoperation mit Invisalign nach 12 Monaten**

### Weitere exemplarische Beispiele der KFO-Chirurgie mit Invisalign: KI II1 Bimaxilläre Chirurgie

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

#### ClinCheck-Vergleich vor und nach KFO und Chirurgie



#### Intraorale Situation vor und nach KFO und Chirurgie

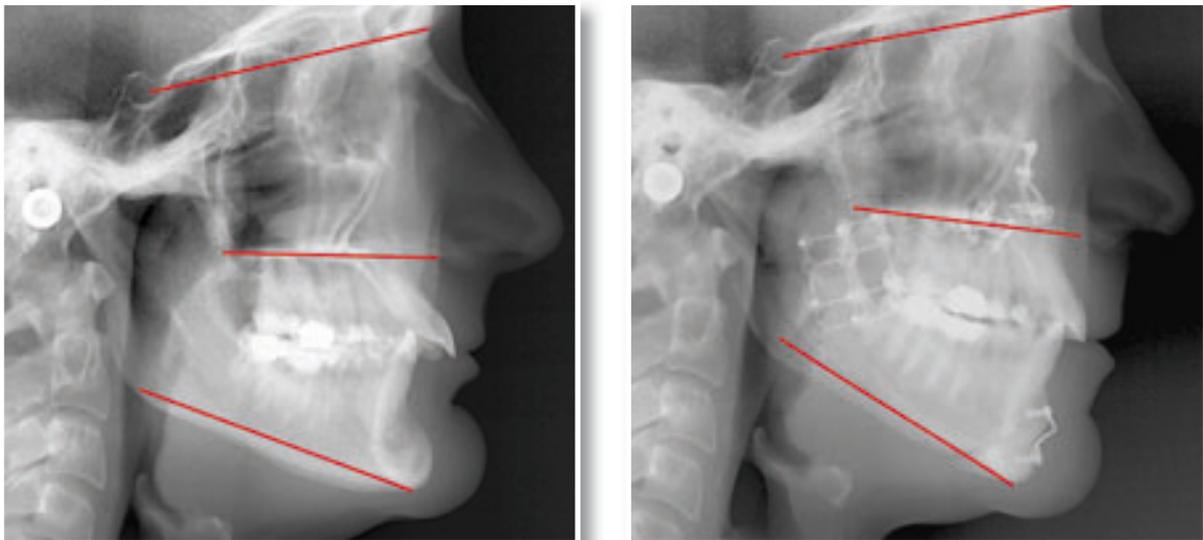


---

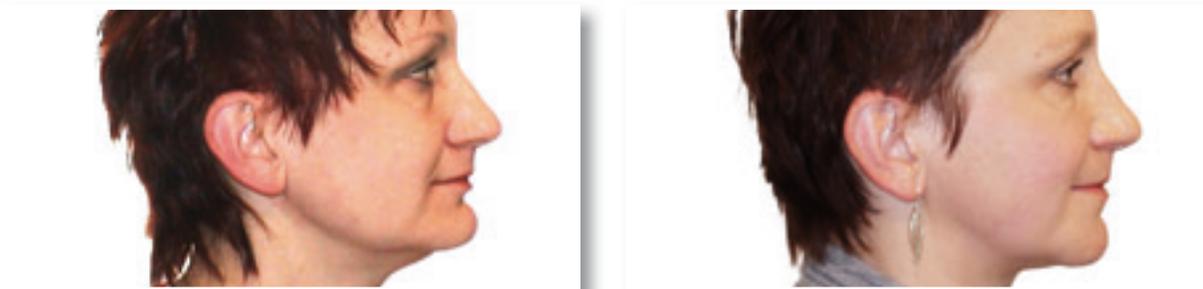
**3D-DVT-Darstellung: Komplexe Umstellungsosteotomie  
mit Kinnplastik und sichtbaren Osteosyntheseplatten**



**FRS Analyse vor und nach Behandlung mit deutlicher OK-Caudalschwenkung**



**Profilvergleich vorher und nachher mit Unterkiefer-OP, Oberkiefer-Chirurgie  
und Kinnplastik. Deutliche Verbesserung des Profils durch die Bisshebung  
der Oberkieferschwenkung und die angleichende Kinnplastik.**



# INVISALIGN CLASS II-, CLASS III- SURGERY 3D-CT, -DVT, MRI, CLINCHECK PLANNING AND TREATMENT CONTROL

## BEFORE TREATMENT

## IMAGES & CLINCHECK

class II deviation 1: biprotrusiv front, narrow dental arches

BEFORE

AFTER



class III retrognathia

BEFORE

AFTER



class III progeny: short midface

BEFORE

AFTER



class III prominent chin

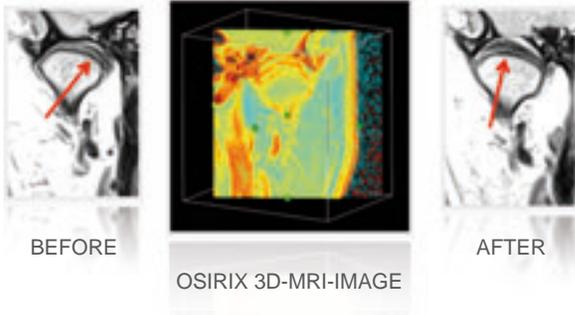
BEFORE

AFTER



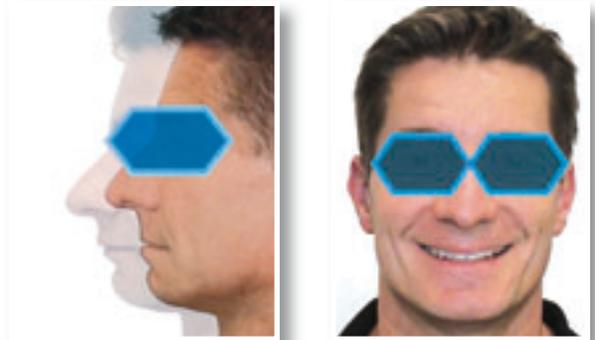
**MRI, 3D-DVT, 3D-CT**

MRI-disc-replacement



**AFTER TREATMENT**

bimaxillary surgery with hyrax, distract-osseogen



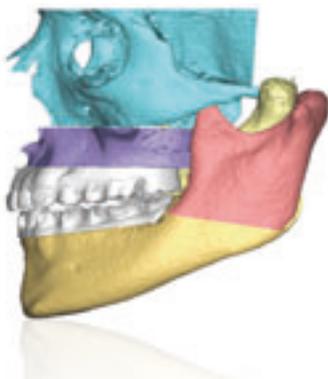
3D DVT airway control before surgery



bimaxillary surgery



3D CT simplant surgery study



bimaxillary surgery with anterior caudal rotation



after hyrax expansion with 3D DVT check



hyrax, bimax surg, chin red



---

**Objectives:** Do 3D Imaging help to enhance the orthodontic surgery planning quality and increase the treatment certainty. Which advantages do have 3D images and 3D CAD-CAM techniques during treatment control?

**Materials and Methods:** Besides typical examples on orthodontic orthognatic surgery cases with angle class II and III, treated only with Invisalign aligners, the application of 3D radiographics and 3D clincheck will be demonstrated. The treatment objective will be compared to the final results. CT, DVT and MRI-Data set are pictured with Simplant and Osirix software.

**Results:** 3D Imaging gives new perspectives to the treatment planning process. The predicted effect of the clincheck compared to the final clinical result match with high incidence. 3D radiographic and magnetic resonance investigation enhance the quality of the initial findings and give better process during treatment control.

**Discussion:** Whereas the X-ray exposure increases with digital 3D-radiographic imaging, we get better proposal to the result of combined orthognatic surgery treatment, and lower the rate of complication. 3D clincheck predictions are very helpful to achieve a good coordination to the postsurgical occlusion, which means better stability and less refinement work after the surgical intervention. 3D applications help to coordinate interdisciplinary work and hep the patient to understand the medical treatment. Ignored facts and underdiagnosed findings are alleviated.

**Conclusion:** To enhance the treatment-control and give more certainty in the treatment-planning of combined orthognatic surgery cases it is achieved to applicate 3D images regularly.

**Co-Autoren waren:**

Dr. Dr. Wolfgang Kater (Bad Homburg)

Fritz Watzlaw (Frankfurt)

Mareike Gedigk (University Halle)

Dr. Rolf Davids (Bad Homburg)

# Invisalign-Vorteile aus medizinischer Sicht

---

## **Folgende medizinische Vorteile gegenüber festen Zahnsparagangen sind bei der Therapie mit Invisalign von Bedeutung:**

**1. Richtung der Zahnbewegung:** Kein Zahn macht eine unnötige Bewegung. Hin- und Herbewegen wie bei der MB-Nivellierungsphase gibt es nicht. Gerade bei erwachsenen Patienten mit abgeschlossenem Wurzelwachstum werden hierdurch idiopathische Wurzelresorptionen gefördert.

**2. Ausmaß der Zahnbewegung:** Jeder Zahn, der bewegt wird, hat pro Invisalign-Schiene (Aligner) eine definierte Bewegungsstrecke von max. 0,2 mm. Da das Maß der Bewegung kleiner ist als der Zwischenraum, in dem der Zahn befestigt ist (Zahnhalteapparat = Parodontium), wird die Gefahr der Wurzelresorption minimiert.

**3. Zeitpunkt der Zahnbewegung:** Die Zähne werden nur dann bewegt, wenn es in der Behandlungsfolge erforderlich ist, d. h. alle anderen Zähne, die noch nicht bewegt werden müssen, dienen automatisch als Verankerung. Dies hat zur Folge, dass viel seltener intermaxilläre Maßnahmen (wie Gummizüge, Head-Gear, Extraktionen oder Chirurgie) zum Aufbau oder Gewinn von Verankerung notwendig sind. Es werden kaum noch Zähne gezogen. Es ergibt sich ein hoher Verankerungswert während der kieferorthopädischen Therapie, bei der dadurch weniger Hilfsmittel notwendig werden.

**4. Anzahl der bewegten Zähne:** Nur die Zähne, die in dem jeweiligen Therapieschritt bewegt werden müssen, werden auch bewegt. Unnötiges Aktivieren nicht zu bewegender Zähne (kommt bei Multiband durch genormte Einheitsbogenform häufiger vor) kann mit der Invisalign-Therapie vermieden werden. Weil das Wurzelwachstum bei Kindern und Jugendlichen noch nicht abgeschlossen ist, könnte man hier diesen Aspekt vernachlässigen; nicht jedoch bei erwachsenen Patienten, bei denen sich die Zahnwurzelspitze schon vollständig ausgeformt hat.

**5. Konsequente Therapieschritte:** Eine Nivellierungsphase wie bei der Multiband-/Multibrackettherapie ist nicht mehr erforderlich. Hierdurch kann das die Wurzelspitzenresorption fördernde Jiggling (Hin- und Herbewegen einzelner Zähne) vermieden werden. Die Zahnbewegungen erfolgen nur in die therapeutisch gewollte Richtung, dem angestrebten Behandlungsziel folgend.

---

**6. Parodontale Schienung:** Da alle Zähne, die nicht bewegt werden, von den Invisalign-Schienen festgehalten werden, entsteht hierdurch eine Stabilisierung insbesondere für parodontal geschwächte Zähne. Dr. Polzar konnte beobachten, dass selbst während der kieferorthopädischen Therapie sich die parodontal gelockerten Zähne wieder festigten und stabilisierten. Es kann somit während der kieferorthopädischen Therapie mit Invisalign zu einer deutlichen Verbesserung der Parodontose und Rückbildung von Taschen kommen.

**7. Kiefergelenkschonende Therapie:** Durch die hohe Präzision der Bestimmung der Zahnbewegung und dadurch, dass zwischen den Zahnreihen der glasklare Kunststoff der Invisalign-Schienen den Verzahnungsdruck (Okklusionsdruck) mindert und eine gewisse temporäre Bisshebung, eine Dekomprimierung der Kiefergelenke bewirkt, entsteht somit eine Entlastung der sensiblen (dorsocranialen) Strukturen des Kiefergelenkes während der Therapie.

**8. Gesicherte Mundhygiene:** Mit der Invisalign-Zahnspange ist eine gute Mundhygiene einfacher möglich als bei der Behandlung mit festsitzenden Apparaturen, wie Brackets und Bänder bei der Multibandbehandlung. Somit ist die Keimbesiedlung der Mundhöhle reduziert. Dies hat einen positiven Effekt auf die Behandlung bei Patienten mit Parodontose. Auch ermöglicht dies eine kieferorthopädische Therapie bei Patienten, die streng auf eine Endokarditisprophylaxe achten müssen, so z. B. bei „Marfan Syndrom“-Patienten.

**9. Sichere Behandlungsplanung:** Schon vor der Therapie weiß der erfahrene Kieferorthopäde, welche Zahnstellung sich zum Behandlungsende zeigen wird. Dem Patienten kann durch Vorführen dieses VTO (Visuell-Treatment-Objectiv), welches bei Invisalign ClinCheck heißt, der Behandlungsverlauf, die Behandlungsdauer und das Behandlungsergebnis schon vor Therapiebeginn gezeigt werden.

**10. Genauigkeit der Behandlungsführung und Präzision:** Diese High-Tech Computer-Therapieplanung ermöglicht ein Höchstmaß an Behandlungssicherheit, und es lassen sich alle Therapieschritte sowie die Behandlungsdauer sehr genau vorausbestimmen. Dies geht bisher mit keiner anderen kieferorthopädischen Technik in diesem hohen Maße. Abschließende Maßnahmen, wie das zusätzliche Einsetzen von Positionern zur Feineinstellung der Okklusion, entfallen, da mit Invisalign bereits ein Höchstmaß an Präzision gewährleistet ist.

---

**11. Exakte Korrekturmöglichkeiten während der Therapie:** Sollte es während der Behandlung dennoch zu unvorhergesehenen Zahnbewegungen kommen, so kann mit einer Midcourse-Correction die Therapie auch während der Mitte der Behandlung korrigiert und neu aufgenommen werden oder mit einem neuen definierten Behandlungsziel weitergeführt werden. Hat der Patient oder der Behandler nach Abschluss der regulären Invisalign-Behandlung noch den Wunsch einer Nachbesserung, so kann mit einem (für die Herstellung der Schienen kostenlosen) Case Refinement das gewünschte und optimierte Endergebnis erreicht werden.

**12. Schmerzfreie unauffällige Therapie:** Faszinierend dabei ist, dass der Patient durch die Behandlung keine Nachteile verspürt. Es ist eine nahezu schmerzfreie Therapie, ohne sichtliche Nebenwirkungen. Die Spange kann bei Bedarf zu jeder Zeit entfernt werden und sie ist so unauffällig, dass man dem Patienten nicht ansehen kann, ob er eine Invisalign-Spangen-Therapie durchführt. Selbst Anne Will, Moderatorin der Tagesschau, hat sich mit Invisalign behandeln lassen – und keinem Zuschauer ist die „Spange“ aufgefallen.

## Zahnästhetik – Infos zum Thema ästhetische Vorteile

---

Es ist ein verblüffender positiver Nebeneffekt bei der Therapie mit Invisalign, dass die Zähne sofort schöner und gerader wirken. Durch das Tragen der Schienen bricht sich das Licht zwischen den Zähnen derart, dass unschöne Schattenbildungen ausgeblendet werden und die Schiene wie eine Camouflage die Zähne schöner, gerader und heller erscheinen lässt.



Patientin ohne Aligner zu Therapiebeginn



Gleiche Patientin mit Aligner. Die schwarzen Bereiche fallen kaum noch auf. Die Zähne wirken gerader wie ein Camouflage-Effekt.

Alleine durch das Tragen der Invisalign-Schienen wirken die Zähne schon gerader, obwohl mit der Therapie erst begonnen wurde.

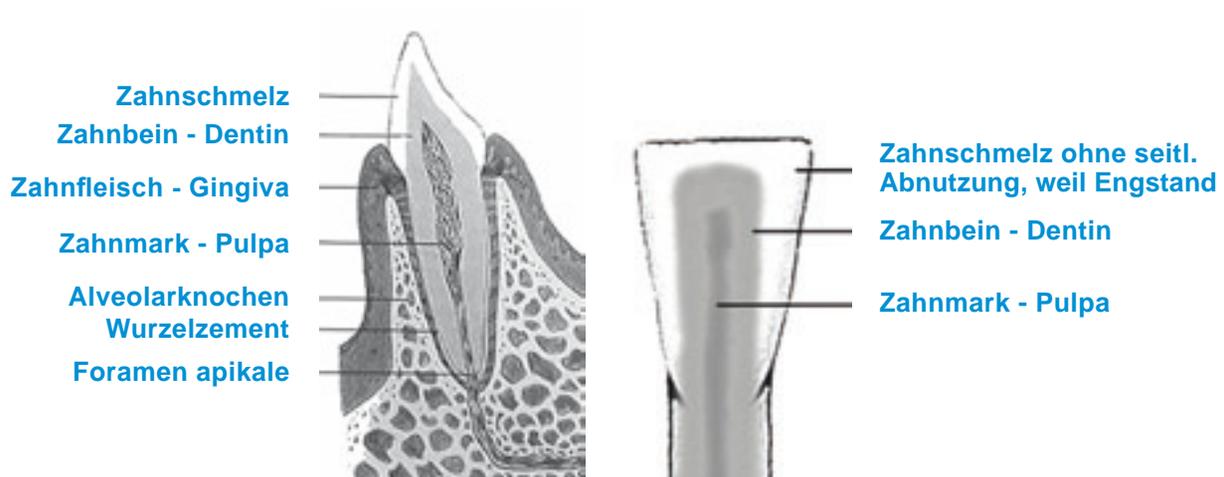
## ASR – Infos zum Thema proximale Reduktion des Zahnschmelzes

---

Approximale Schmelzreduktion, auch ASR oder Stripping genannt, gibt den Zähnen ihre ursprüngliche Form zurück und ermöglicht eine Zahnspangenbehandlung, ohne Zähne ziehen zu müssen. Diese Odontoplastik kann auch Schmelzflecken beseitigen, die Zähne sehen schöner aus. Bei Parodontose und Zahnfehlstellungen ist ASR häufig notwendig.

### Was wird bei ASR gemacht?

Mit Polierscheiben oder Diamantfinierern werden die seitlichen Kontaktflächen vergrößert, indem der Zahnschmelz minimal reduziert wird.



### Vorteile und Ursachen für die Notwendigkeit von ASR, Parodontose und Makrodonkie:

Die Zähne, das heißt der Zahnschmelz nutzt sich bei Weitem nicht so sehr ab, wie es den Veränderungen des Gebisses im Laufe des Lebens entspricht. Eine Ausnahme sind hier die Knirscher (Bruxismus), bei denen es auch zu einem übermäßigen Abnutzen der Zähne kommen kann. Aufgrund der geringeren Abnutzung der Zähne infolge des Essens von moderner verfeinerter und vorgekochter Kost ist bei vorliegendem Engstand der Zähne ein Nacharbeiten des Zahnschmelzes besser als das Ziehen gesunder Zähne. Sowohl für das Zahnfleisch als auch für die Widerstandsfähigkeit gegen Karies ergeben sich hierbei positive Effekte. Auch wird einem Rezidiv der Zahnfehlstellung vorgebeugt.

---

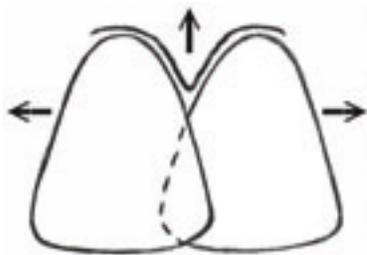
Von Prof. Brinkmann aus Berlin gibt es entsprechende wissenschaftliche Studien zur Unbedenklichkeit der Schmelzreduktion und zum Ausmaß der möglichen unschädlichen Abtragmenge.

ASR ist besonders bei kieferorthopädischer Behandlung Erwachsener notwendig. Da sich das Zahnfleisch im bleibenden permanenten Gebiss jedes Jahr um 0,1 – 0,2 mm zurückbildet, also 5 – 10 mm physiologischer Zahnfleischschwund und Knochenschwund bei einem 60-Jährigen, ist ASR zur Erhaltung oder Verbesserung der parodontalen Situation des Zahnfleisches wichtig.

Zahnfleischschwund und Knochenschwund werden zusätzlich durch Parodontose, Parodontitis, Diabetes und Osteoporose gefördert. Auch das Rauchen erhöht den jährlichen Zahnfleischschwund und Knochenschwund.

### Parodontose-Beispiel zur Schmelzreduktion

Was passiert ohne ASR-Schmelzreduktion bei einer kieferorthopädischen Therapie?



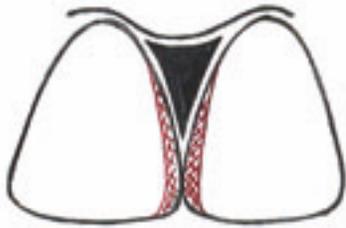
Die Zähne stehen schief übereinander, zwischen Zähnen und Zahnfleisch ist evtl. eine kleine „Lücke“ (= „schwarzes Dreieck“) sichtbar. Durch die physiologische Eigenbeweglichkeit nutzen sich die Zähne normalerweise an ihren seitlichen Kontaktpunkten ab. Sie schleifen sich selbst ein. Stehen die Zähne schief und überlappen sich, wie hier zu sehen, so fehlt ihnen der normale seitliche Abrieb.



Würde man die Zähne ohne vorheriges ASR mit kieferorthopädischen Behandlungsgeräten gerade richten und auseinander fächern, so würde ein unschönes, großes „schwarzes Dreieck“ zwischen Zähnen und Zahnfleisch sichtbar werden. Neben der ästhetischen Beeinträchtigung hat dies auch den Nachteil, dass die Essensreste zwischen den Zähnen hängen bleiben und die Zähne schwer zu reinigen sind. Sprachstörungen wie z. B. Zischlaute können entstehen.

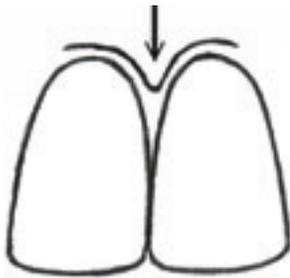
---

## Parodontose mit hässlichen schwarzen Dreiecken entsteht. Wie wird ASR angewandt?



Verbessert man die ungünstige Zahnform und gestaltet die seitlichen Zahnwände parallel, z. B. mit Polierscheiben oder Diamantfinierern, so kann man jetzt die Zähne zusammenschieben und eine optimale Zahnstellung ohne „schwarze Dreiecke“ erreichen. Die seitliche Kontaktfläche wird vergrößert und die Zähne bleiben in ihrer Knochenbasis stehen.

Zahnfleisch-Papille füllt den Zwischenraum wieder aus.



Ist der Abstand zwischen Papille und Knochenansatz, Limbus alveolaris, kleiner als 4 mm, so kommt es meist zu einer vollständigen Regeneration der Zahnfleischpapille. Die größeren Kontaktflächen stützen das Behandlungsergebnis und beugen somit einem Zurückschieben der Zähne, einem Rezidiv vor.

Durch ASR wird auch gewährleistet, dass die Zähne bei der kieferorthopädischen Korrektur noch im Knochenbett verankert bleiben. Parodontose sowie physiologischer Zahnfleischschwund werden hierdurch vermindert. Die Patienten freuen sich, denn häufig kann auf das Ziehen von bleibenden Zähnen verzichtet werden.

---

## Patientenbeispiel Zahnschmelz-Reduktion

Patientin nach zweijähriger kieferorthopädischer Behandlung mit fester Zahnsperre (in anderer Praxis) ohne ASR. Unschöne große Zahnlücken zwischen Zähnen und Zahnfleisch lassen ein Gebiss automatisch älter aussehen. Die Frontzähne sind aus dem Knochen nach vorne herausgedrückt, weil die Zähne zu breit sind.

Sie zeigen am links abgebildeten seitlichen Schneidezahn einen erheblichen parodontalen Rezessus (ausgeprägtes Zurückziehen des Zahnfleisches). Durch das Auffächern werden die Zähne nach vorne gedrückt und liegen nicht mehr in der Knochenbasis. Dies fördert die Zurückbildung des Zahnfleisches. Parodontose und Zahnlockerungen sind die Folge.



Situation nach kieferorthopädischer Therapie ohne ASR mit Zahnlückenbildung



Gleiche Patientin nach Zweitbehandlung und ASR. Die Papillen haben sich regeneriert!

Die Patientin hatte vor der ersten kieferorthopädischen Therapie einen korrekten Überbiss. Mit der Auflösung des unteren Frontengstandes und der fehlenden Schmelzreduktion wurden die unteren Frontzähne so weit nach vorne bewegt, bis ein frontaler Kopfbiss / frontaler Kreuzbiss der unteren seitlichen Schneidezähne als Fehlverzahnung erreicht wurde.

Nach kieferorthopädischer Behandlung mit Invisalign und ASR sind die unschönen großen Lücken zwischen Zähnen und Zahnfleisch verschwunden. Die Frontzähne sind wieder in die Kieferbasis zurückbewegt. Das Zahnfleisch hat sich regeneriert und die Papillen sind wieder sichtbar und verhindern, dass während des Sprechens Speichel zwischen den Zahnlücken erscheint und die Aussprache behindert. Der iatrogene Kreuzbiss wurde ebenfalls beseitigt, und die Frontzähne erscheinen in einem natürlichen frontalen Überbiss.

## Zahnspange bei Erwachsenen – geht das?

---

### Wann erfolgt eine Behandlung eines Erwachsenen mit der Invisalign-Zahnspange?

Viele Erwachsene haben in ihrer Kindheit keine oder nach heutigen Maßstäben fachgerechte Zahnkorrektur bekommen. Heute legen immer mehr Menschen Wert auf ihre äußere Erscheinung und möchten ihre Zahnästhetik verbessern. Daher entschließen sich zunehmend Erwachsene, die Versäumnisse der Jugendzeit nachzuholen und durch eine kieferorthopädische Behandlung zu einem schönen Lächeln zu gelangen.

Sie erfolgt meist

- vor prothetischer Versorgung mit Kronen und Brücken
- vor einer Implantatversorgung
- bei Kiefergelenksbeschwerden
- bei Einzelzahnwanderungen
- bei Engstand in der UK-Front
- bei verstärkter Lückenbildung der OK-Front
- kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationsbehandlung

### Bis zu welchem Alter ist eine Behandlung möglich oder sinnvoll?

Solange gesunde Zähne und genügend Knochenstruktur vorhanden sind, gibt es für eine kieferorthopädische Behandlung keine Altersgrenze. Auch mit 60 Jahren kann eine Behandlung noch sinnvoll sein.

### Gibt es unsichtbare Zahnspangen für Erwachsene?

Ja! **Invisalign**: Eine Reihe fast unsichtbarer, dünner, elastischer Folien aus einem speziellen Kunststoff ermöglicht es, Zähne sanft in die gewünschte Position zu bewegen. Je nach Schwierigkeitsgrad erhält der Patient vom Kieferorthopäden ca. 12 bis 48 klare Tiefziehfolien. Nach jeweils 2 Wochen Tragedauer wechselt der Patient die Schiene. Bereits aus 50 cm Abstand ist die Schiene im Mund praktisch unsichtbar, stört nicht beim Sprechen und wird zum Essen und Zähneputzen herausgenommen. Menschen, die viel sprechen müssen, in der Öffentlichkeit stehen und Wert auf höchste Ästhetik und besten Tragekomfort legen, entscheiden sich für diese besondere Art von Zahnspange.

---

**Lingualtechnik:** Feste Zahnspange von innen, ebenfalls unsichtbar!

Allerdings kann eine linguale Spange nur bei Patienten angebracht werden, deren Zähne so lang sind, dass die Zahninnenseite genügend Fläche zum Aufkleben der verfeinerten Brackets bietet.

### Wie bewegen sich Zähne im Laufe des Lebens?

Durch Knochenabbau und -anbau ist ein Zahn in der Lage, sich zu bewegen. Man unterscheidet bei der Zahnbewegung eine Druck- und Zugseite. Die Druckseite ist die Seite, in die sich der Zahn bewegen wird, da der Kieferknochen die biologische Eigenschaft besitzt, sich dort aufzulösen, wo er einem ständigen Druck ausgesetzt ist. Die Haltfasern des Zahnes an der druckabgewandten Seite dehnen sich, und durch diese Zugwirkung reagiert das Knochengewebe dort mit einer Knochenneubildung.

- Durch eine andauernde Krafteinwirkung auf den Zahn verengt sich der natürliche Spalt im Zahnfach. In dieser Druckzone wird der Kieferknochen abgebaut. Erst dann kann sich der Zahn in die gewünschte Richtung bewegen.

- Der erweiterte Spalt an der gegenüberliegenden Zone der Druckauswirkung wird langsam wieder mit Knochensubstanz aufgefüllt. Meistens geht der Knochenabbau schneller vor sich als der Knochenaufbau, was eine zeitweilige Lockerung der Zähne während der kieferorthopädischen Zahnbewegung verursacht. Der Zahn ist wieder befestigt, wenn der Knochenaufbau abgeschlossen ist.

- Durch diesen Knochenanbau und -abbau sind die Zähne zeitlebens in Bewegung. Deshalb können bei einem gesunden Zahnhalteapparat kieferorthopädische Behandlungen bis ins hohe Alter durchgeführt werden.

- Da die Zähne aber immer die Tendenz haben, an ihren ursprünglichen Ort zurückzuwandern, ist die anschließende Retentionsphase nach der kieferorthopädischen Behandlung besonders wichtig.

- Dies dauert allerdings bis zu einem Jahr und in besonderen Fällen länger bzw. das ganze Leben lang. Aus diesem Grund ist die kieferorthopädische Behandlung mit festsitzenden Geräten auch nicht mit deren Entfernung abgeschlossen, sondern bedarf einer intensiven Retention, um das Behandlungsergebnis zu stabilisieren und auf Dauer zu erhalten.

# Übersicht der Termine einer Invisalign-Behandlung

---

## 1. Termin: Beratung

Bei der Beratung wird festgestellt, ob Ihre Zahnfehlstellung mit der Invisalign-Therapie behandelt werden kann. Das für Sie bestmögliche Behandlungskonzept wird bei diesem Termin anhand von anschaulichen Beispielen erklärt. Die Beispiele aus der Praxis-Homepage stehen Ihnen jederzeit zur Verfügung. Dies gibt Ihnen die Möglichkeit, sich zu Hause mit Ihrem Partner oder Verwandten zu besprechen und die Inhalte anzuschauen. Gemeinsam mit dem Kieferorthopäden Dr. Polzar wird eine mögliche Invisalign-Therapie besprochen und alle damit anfallenden Fragen beantwortet.

Es wird besonders darauf geachtet, dass die Wünsche des Patienten mit den medizinischen Notwendigkeiten einer kieferorthopädischen Behandlung mit Invisalign-Alignern in Einklang gebracht werden. Hierbei haben immer die Bedürfnisse des Patienten, soweit medizinisch vertretbar, oberste Priorität.

Eine ausführliche individuelle Invisalign-Beratung kann 30 bis 60 Minuten in Anspruch nehmen.

## 2. Termin: Invisalign-Anfang

Wenn Sie sich zu einer Invisalign-Therapie entschließen, so wird an diesem Termin die Vorbereitung zur Erstellung eines Behandlungskonzeptes getroffen. Hierzu ist die Anfertigung von Röntgenbildern, Abdrücken für eine Modelldiagnostik, eines Kiefergelenkbefundes sowie eines fotodiagnostischen Bogens erforderlich.

## 3. Termin: Invisalign-Planbesprechung

Nach Auswertung der im zweiten Termin erhobenen Befunde wird das für Sie individuell zutreffende Behandlungskonzept erarbeitet und an diesem Invisalign-Planbesprechungstermin durchgesprochen.

Dieser Termin eignet sich insbesondere auch dafür, nochmals auf einzelne Details Ihrer bevorstehenden Behandlung einzugehen. Auch können hier alle Fragen bezüglich der voraussichtlichen Kosten und des Zahlungsmodus beantwortet werden. Der von Ihnen gewünschte Zahlungsmodus wird mit einer Mitarbeiterin vereinbart und Sie können einen Termin zum Beginn der Behandlung wahrnehmen.

---

#### **4. Termin: Invisalign-Abdruck**

Hier fängt die eigentliche Therapie an. Dieser lange Termin ist auf einen Vormittag gelegt, um genügend Zeit für die folgenden Arbeiten zu haben.

Um die Aligner herzustellen und die Behandlungsschritte planen zu können, ist es notwendig, einen Präzisionsabdruck von beiden Kiefern zu machen. Diese Gebissabformungen werden mit einem hochwertigen additionsvernetzenden Silikonmaterial hergestellt. Äußerste Präzision in der Abbildung aller Zähne und des Zahnfleischsaumes sind für den richtigen Sitz der herzustellenden Aligner notwendig. In der Regel reicht dieser eine Abdruck je Kiefer aus, um alle für die Therapie benötigten Schienen herzustellen.

Sollte es zum Gelingen der Behandlung auch notwendig sein, die Zähne in eine neue Form zu gestalten, so wird dies in der Regel am gleichen Termin direkt vor der Abdrucknahme erfolgen. Hierfür wird dann eine zusätzliche Schiene benötigt, die garantiert, dass sich die Zähne nicht zu früh bewegen. Die Schiene ist nachts zu tragen. Sie hält die Zähne am Ort, bis die Therapie mit den Invisalign-Schienen beginnen kann und wird Ihnen noch am gleichen Nachmittag ausgehändigt.

Für die Abdrucknahme werden ca. 30 - 40 Minuten benötigt. Für eine Zahnremodellation (ASR-Slicen) können nochmals 30 - 65 Minuten Zeit vergehen.

Nach diesem Termin wird dann der Silikonabdruck nach Santa Clara, USA, geschickt, um die Behandlungsschienen herzustellen. Deshalb ist es für diesen Termin in der Regel erforderlich, die Anzahlung der Laborkosten zu leisten. Diese liegen zwischen 1.000 € und 2.000 €.

#### **5. Termin: ClinCheck**

Jetzt müssen Sie sich noch etwas gedulden, denn nun findet im Hintergrund die für Sie wichtigste Arbeit statt. Die Silikonabdrücke werden in den Computer eingescannt, so dass ein dreidimensionales Duplikat Ihres Gebisses entsteht. Dieses wird, ähnlich eines CAD-CAM-Verfahrens mit einer speziellen Software bearbeitet. Hr. Dr. Polzar gibt über Internet genaue Anweisungen an das Invisalign-Team in Costa Rica, welches die eingespeicherten Daten Ihrer Zähne weiter verarbeitet.

---

Nach diesen Anweisungen werden in Ihrem virtuellen Gebiss Ihre Zähne in einzelnen Behandlungsschritten virtuell bewegt. Dieser Vorgang heißt ClinCheck. Hier legt Dr. Polzar auch fest, wo und an welcher Stelle es notwendig ist, Attachments zu platzieren, um eine sichere Zahnbewegung zu gewährleisten.

Attachments sind kleine runde oder viereckig-abgerundete zahnfarbene Erhebungen, die dem Aligner einen besseren Halt bei schwierigen Zahnbewegungen verleihen. Form und Größe der Attachments können Sie auch im ClinCheck sehen. Während der Therapie fallen sie jedoch kaum auf.

Ist der ClinCheck fertig, so besteht für Sie die Möglichkeit, diesen vor der Genehmigung zu begutachten. Somit können Sie sich ein gutes Bild von der zu erwartenden Zahnstellungskorrektur machen, und Sie haben selbstverständlich auch hier nochmals die Chance, Ihre persönlichen Wünsche in die Therapie mit einzubeziehen. Auch wissen Sie jetzt schon genau, wie lange Ihre Therapie dauern wird, da in der Regel jeder Aligner 14 Tage getragen wird.

Nach der Genehmigung der virtuellen Therapie, des ClinChecks, wird mit der Produktion der Aligner-Schienen begonnen. Dafür wird von jedem Behandlungsschritt aus dem ClinCheck ein echtes Kiefermodell in Stereolithographie unter Verwendung einer Mehrstrahl-Lasertechnik hergestellt.

Diese lithographischen Therapieschrittmodelle sind die Grundlage zur Herstellung der Therapieschienen. Für jeden Aligner muss zunächst jeweils ein Modell hergestellt werden, an welchem dann mit einem Folien-Tiefziehverfahren der entsprechende Aligner hergestellt wird. Nach dem Tiefziehen des Aligners muss dieser noch durch Handarbeit ausgearbeitet werden und erhält somit den letzten Schliff.

Wie Sie sehen, ist das alles ein sehr aufwendiges Verfahren, von dem Sie allerdings recht wenig mitbekommen. Aber die Mühe lohnt sich, denn jetzt ist schon vor Behandlungsbeginn die letzte Schiene fertig – und dies alles mit nur einem Abdruck.

Sind alle fertigen Invisalign-Schienen von Amerika aus in unserer Praxis angekommen, so erhalten Sie unverzüglich den nächsten Termin zum Einsetzen der ersten Schiene.

---

## 6. Termin: Invisalign-Schiene einsetzen

Endlich ist es so weit, nach langem Warten – das kann schon mal 4 - 12 Wochen in Anspruch nehmen – sind die Aligner fertig und nach Deutschland geschickt. Jetzt können sie in den Mund eingesetzt werden und ihre Arbeit verrichten.

Während diesem Termin bekommen Sie nochmals die richtige Handhabung mit dem neuen kieferorthopädischen Behandlungsgerät erklärt. Tragezeit, Pflegeanleitung und der richtige Umgang mit den Alignern werden vom Fachpersonal erläutert.

Falls es schon bei der ersten Schiene erforderlich sein sollte, die kleinen zahnfarbenen Hilfsteilchen, Attachments genannt, zu platzieren, so werden diese ebenso an den Zähnen befestigt.

Nach Beratung, Pflegeanleitung und den nützlichen Tipps zur richtigen Handhabung bekommen Sie noch von Ihrer eigenen Behandlung die ClinCheck-Simulationen auf einer CD ausgehändigt. Dies ermöglicht es Ihnen, Ihre kieferorthopädische Behandlung zu Hause am PC mitzuverfolgen. Sie können somit Freunden und Verwandten Ihre Zahnregulierung am Bildschirm präsentieren. Viel wichtiger noch ist jedoch, dass Sie damit die Möglichkeit haben, Ihre eigene Therapie zu überwachen, um bei Fragen gleich im nächsten Behandlungstermin Ihren Kieferorthopäden darauf anzusprechen.

## 7. Folgetermine:

Die Folgetermine richten sich nach dem jeweiligen Behandlungsfall. Zunächst erhält der Patient seine erste Schiene für zwei Wochen. Die darauffolgenden Termine sind in der Regel alle 6 - 10 Wochen. Sind die einzelnen Behandlungsschritte ohne Zahnrotationen, so kann der Patient auch mehr als 3 - 5 Schienen mitnehmen und erspart sich somit die häufigen Arztbesuche.

Die letzten Termine sind dann zum Herstellen der Retentionsschiene und zur Eingliederung eines lingualen Permanentretainers (LPR) oder auch Lingualretainer gedacht. Dieser Termin ist dann ein sehr langer mit ca. 2 - 3 Stunden und wird deshalb auch meist auf den Vormittag anberaumt.

---

## GRUNDSÄTZLICHES ZUR TERMINIERUNG:

Die Termine 1, 2 und 3 können nach Absprache bei Patienten mit einem weiteren Anfahrtsweg auch zusammengelegt werden, falls die Beratung und eingehende klinische Untersuchung eine Behandlung mit Invisalign zulässt. Bis auf ganz extreme Deckbisse und das Aufrichten von deutlich in eine Zahnlücke gekippten Nachbarzähnen ist es bei fast allen Patienten möglich, eine Invisalign-Behandlung durchzuführen. Letztendlich entscheiden das Behandlungsdesign und das Geschick des Kieferorthopäden, inwieweit eine erfolgreiche Therapie auch bei schwierigen Fällen möglich ist.

Ebenso kann nach Absprache der Termin der ClinCheck-Kontrolle durch den Patienten auch entfallen, so dass es dann bis zum Einsetzen der ersten Invisalign-Zahnspange nur noch mindestens drei Termine sind.

Wäre der ideale Fall, dass keine Zwischenkontrollen oder Termine für zusätzliche Attachments notwendig sind, so hätte der ideale, mit Invisalign behandelte Fall nur ganze 4 Termine bis zum Abschluss der kieferorthopädischen Therapie. Dies ist zwar selten, aber nicht unmöglich. In der Praxis Dr. Polzar gab es schon solch einen Fall, dass ein Patient wegen eines Auslandsaufenthaltes ein ganzes Jahr nicht in Deutschland war.

Patienten, die eine weite Anreise zur Praxis haben, können über das Versenden von digitalen Fotos des Behandlungsverlaufes auch überwacht werden, ohne alle 6 - 12 Wochen einen Kontrolltermin einhalten zu müssen. Dieser Service ermöglicht der Invisalign-Behandlung in unserer Praxis den maximalen Patientenkomfort.



# Behandlungssysteme im Vergleich

Abb. 1: Tabelle

Behandlungssystem	Individualisierungsgrad	Kraftdosierung	Torquekontrolle	Torquekraft	Verankerungsbedarf	Iatrogene Schädigung
Invisalign	sehr hoch	sehr genau	+++	+++	sehr gering	sehr gering
Clear Aligner	sehr hoch	genau	++	++	sehr gering	sehr gering
Incognito	sehr hoch	keine	++	-	gering	relativ hoch
Plattenapparatur	sehr hoch	genau	-	-	sehr gering	sehr gering
22er Standard Edgwise	hoch	mittel	+ -	- -	hoch	hoch
18er Ricketts Technik	mittel	mittel	+ -	+ -	mittel	relativ hoch
22er Straight Wire	sehr niedrig	keine	++	-	sehr hoch	hoch
22er selbstlig.+SE-Bg.	sehr niedrig	keine	+	- -	besonders hoch	sehr hoch

Bewertung der verschiedenen Behandlungssysteme

## Der Individualisierungsgrad

Die Invisalign-Technik weist bisher den höchsten Individualisierungsgrad aller derzeit existierenden kieferorthopädischen Behandlungssysteme auf, da exakt bestimmt wird, wann ein Zahn bewegt wird, in welcher Richtung er genau bewegt wird und wie groß der einzelne Bewegungsschritt ist. Werden die Instruktionen des Kieferorthopäden genau eingehalten, so lässt sich für jeden Patienten sein individuell vorgegebenes Ergebnis planen. Ähnlich hoch ist der Individualisierungsgrad bei anderen Folientechniken wie dem Clear-Aligner®. Der Nachteil bei diesen im Labor gefertigten Alignern ist jedoch, dass die einzelnen Bewegungsschritte zu groß sein können und somit das Parodontium überfordert wird (siehe unten).

Die von assoc. hon. Prof. Dr. Wiechmann (Hongkong University) entwickelte Incognito®-Lingualtechnik hat individuell vorgeformte orthodontische Bögen, die in individuell für den einzelnen Patienten hergestellten zahnbezogenen Brackets einligiert werden. Als Herstellungsgrundlage dient ein eigens für den Patienten angefertigtes Setup. Hierbei lässt sich auch ein hoher Individualisierungsgrad erreichen.

Unter den festsitzenden Behandlungstechniken hat das Incognito-System den weitaus größten Individualisierungsgrad, da sowohl die Brackets als auch die Bögen individuell für jeden Patienten angefertigt werden.

---

Es wäre ein Wunsch des Verfassers, dass diese Technik auch für die Bukkaltechnik übernommen werden könnte, entweder mit der schon bekannten Goldtechnik oder mit farbneutraler Kunststofftechnik (siehe unter Ausblick). Ein Markt für qualitätsorientierte Kieferorthopädie wäre dies auf jeden Fall und diese verbessernde Individualisierung käme den vielen Kieferorthopäden entgegen, die zwar nicht „von der Stange“ behandeln wollen, sondern eine hohe individuelle Qualität anstreben, aber dennoch die Lingualtechnik nicht in ihren Praxisalltag integrieren möchten.

Die herausnehmbaren Zahnspangen werden exakt an der vorliegenden anatomischen Struktur des jeweiligen Kiefers angepasst und verwendete aktive Elemente (Schrauben, Federn) bestimmen die Bewegungsintention mitunter auf den einzelnen Zahn bezogen. Dies entspricht ebenfalls einer hohen Individualisierung, bei der nicht aus der biologische Matrix heraus behandelt wird. Die Anwendung im Erwachsenenbereich ist jedoch begrenzt.

Bei der Anwendung von Standard-Edgewise-Technik wird zwar ein genormtes einheitliches Bracket verwendet, die einzuligierenden Bögen sollten jedoch bei jedem Patienten individuell angepasst werden. Torque, Angulation Biegungen erster, zweiter und dritter Ordnung sollten patientenbezogen individualisiert werden. Der Nachteil der Edgewise-Technik liegt in der sehr schwierigen Reproduzierbarkeit der individuellen Bogenform, insbesondere beim Wechsel auf die nächstfolgende stärkere Bogensequenz und den bei der 22er Technik auftretenden starken Kräften. Dies führt häufig gerade bei der Einstellung der OK-Frontzähne in den gewünschten Torque zu erheblichen Wurzelspitzenresorptionen in Folge von Überlastung des biologischen Systems oder in Folge von reziproken giggling-Effekten.

Die bei der Ricketts-Technik verwendete Mechanik lässt nur bedingte Individualisierung zu. Durch die Verwendung von individuell gebogenen orthodontischen Drähten in 18er Bracketslotgrößen wird ein übermäßiges Abweichen von der biologischen Matrix jedoch weniger möglich sein. Die geringere Kraftübertragungsrate des 18er Systems schützt gewissermaßen vor dem Auftreten iatrogen schädigender Kraftmomente. Dieses gilt ebenfalls für alle Lightwire-Systeme, die nicht auf der Basis von superelastischen Drähten aufgebaut sind oder für die Beschränkung auf eine maximale Bogendimension von 16x22 unter Verwendung der 22er Technik.

Mit der 22er Straightwire-Technik wird das Prinzip der patientenindividualisierten Behandlung aufgegeben.

---

Vorgeformte standardisierte Bögen, standardisierte eingebaute Torque- und Angulationswerte, die schon zu Beginn der Behandlung im System wirken können, obwohl sie erst für die Endphase notwendig sind, liefern eine Therapie mit Umwegen, erhöhtem Verankerungsbedarf und projizieren standardisierte einheitliche Ergebnisse, die nicht in der Lage sind, den patientenbezogenen individuellen anatomischen Besonderheiten entsprechen zu können.

Da die vorgegebenen Torque- und Angulationswerte nur anhand einer relativ kleinen Patientengruppe ermittelt wurden und diese zum Teil nicht der anatomischen Betrachtungsweise entsprechen, sind bei Anwendung dieser Technik mit Slot füllenden Bögen (alles über 16x22) erhebliche iatrogene Nebenwirkungen verbunden! Werden zusätzlich selbstligierende Bracketsysteme verwendet, die gerade in der initialen Phase einen erhöhten Reibungswiderstand, sprich Friktion aufweisen, so kann von einer individualisierten Therapie nicht mehr gesprochen werden.

Je weiter die Behandlungstechnik sich vom Individualisierungsgrad entfernt, desto weniger entspricht das Ergebnis den patientenindividuellen anatomischen Erfordernissen einer stabilen Grundlage und desto häufiger muss mit einer ebenso höheren Rezidivrate gerechnet werden.

### **Kraftdosierung - Strecke**

Die Kraftdosierung kann in zwei Komponenten aufgeteilt werden. Zum einen in die unmittelbar auf den Zahn wirkende momentane Kraft. Zum anderen kann noch unterschieden werden, auf welcher Bewegungsstrecke die Kraft bestehen bleibt oder durch eine neu definierte geringere Kraft ersetzt wird, die dann durch das Richtungspotential, die Bewegungsstrecke genauer definiert wird.

Unterminierende Kräfte, die noch keine Zahnbewegung auslösen, sowie Kraftüberdosierungen, die zur Hyalinisierung des Desmodontes und zu erheblichen Wurzelresorptionen, insbesondere bei dauerhafter Kraftausübung mit superelastischen Bögen führen, spielen bei dieser und den folgenden Aspekten eine entscheidende Rolle. Insgesamt ist die Kraftdosierung zu sehr vom Geschick des Behandlers oder dessen Auswahl an Bögen abhängig, als dass hier von einer allgemeinen gebührenden Wertung dieses immanenten Problemfeldes der Kieferorthopädie gesprochen werden könnte.

---

Bei der Kraftdosierung schneidet die Invisaligntechnik noch am besten ab, obwohl die auf den einzelnen Zahn wirkende initiale Kraft mitunter sehr groß sein kann und lediglich durch die Materialeigenschaften des Aligners bestimmt wird, ist der mögliche Schaden gering, da die Wirkstrecke immer im Rahmen der Desmodontalspaltenausbreitung (ca. 0,5 mm) erfolgt. Eine Ausnahme sind die Frontzahntorquebewegungen. Hier kann die Wirkstrecke der Kraftübertragung größer sein als der 0,5-1 mm breite Desmodontalspalt. Die halbelastische federnde Wirkung des Alignermaterials puffert hier jedoch mögliche iatrogene Kräfte in sehr effektiver Weise ab. Von den Verfassern wurden bisher keine, den festsitzenden Spangen entsprechende Wurzelresorptionen beobachtet.

Eine ähnliche auch noch gute Kraftdosierung ergibt sich bei der Behandlung mit Clear-Alignern und herausnehmbaren Plattenapparaturen. Auch hier wird eine bestimmte Kraft nur auf einen Bereich der Desmodontalspaltenbreite appliziert, so dass eine Durchblutungsstörung in dieser sensiblen anatomischen Struktur nicht zu befürchten ist. Während die Kraftapplikation bei der Platte als kurz und hart bezeichnet werden kann, ist diese bei der Clear-Aligner Technik mit den verschiedenen harten Folien länger und weicher.

Die Standard-Edgewise-Technik ermöglicht zwar eine gewisse Individualisierung der Kraftapplikation. Diese ist jedoch sehr stark vom Geschick des Behandlers und dessen Reproduzierbarkeit in seiner Biegekunst abhängig.

Bei der Ricketts-Technik wird dieser Umstand durch die Verwendung der filigraneren Segmentbogentechnik, Loop-Hebelanwendungen und den dünneren Bögen bei einem 18er Slot etwas ausgeglichen. Auch das unterlassene Aushärten des weicheren Elgiloy-Drahtes kann die Gefahr einer Kraftüberdosierung herabsetzen.

Bei der Anwendung der 22er Straightwire-Technik, besonders bei Verwendung von selbstligierenden Systemen und bei der Lingualtechnik kann nicht von einer gezielten kontrollierten Kraftanwendung gesprochen werden. Ganz besonders groß ist gerade die Anwendung von sog. superelastischen Drähten in Verbindung mit selbstligierenden Systemen, da hierbei gerade in der beginnenden Nivellierungsphase auf einer sehr langen Wegstrecke zu hohe Kraftvektoren auf das Desmodont wirken, die für eine lange Zeit höher sind als der kapillare Druck der Arteriolen. Eine lang anhaltende mangelnde Durchblutung führt folglich zur Nekrose, die sich histologisch in einer Hyalinisierungsschicht widerspiegelt.

---

Neuere Entwicklungen auf dem kieferorthopädischen Dentalmarkt (neuer Forestadent 12 Bogen) lassen hier auf eine Besserung der unzureichenden Kraftdosierung hoffen.

### **Torquekontrolle und Torquekraftapplikation**

Auch bei der Dosierung der Torquekraftapplikation und der Torquekontrolle sind die kieferorthopädischen Folienapparaturen den festsitzenden Spangen weit überlegen.

Während für die Kraftübertragung der Torquebewegung bei der Multibandtherapie nur ein ganz begrenzter Kraftansatz von gerade einmal 0.5 bis 0.6 Millimeter zwischen der Slotdimension und der Breite des einligierten Drahtes zur Verfügung steht, kann bei der Folientherapie die ganze Zahnkronenlänge zur Kraftübertragung genutzt werden (Abb. 1, 2).

Die Torquekontrolle erstreckt sich hier auf einer Länge von 10-12 mm. Dies macht die Bewegung viel sicherer. Die Kraftapplikation kann hier im Gegensatz zu allen Multibandtechniken genau dosiert werden, da der Hebel zur Kraftübertragung ca. zwanzigmal größer ist als bei der winzigen Slotdimensionierung der Multibandtechniken.

Mit genau abgestuften Bewegungsschritten, bei der vom Autor empfohlenen Reduktion der Bewegung um ein viertel (= viermal soviel Stages, wie von der Fa. ALG normalerweise vorgegeben) wird eine Überlastung der Wurzelspitzen fast ausgeschlossen. Die Flexibilität des Alignermaterials reduziert nochmals die Gefahr der Überlastung des Desmodontes durch Torqueapplikation.

Da die Torquebewegung schon zu Beginn der Therapie erfolgen kann, muss sich nicht zwangsläufig die Anzahl der Aligner erhöhen. Die Torquebewegung kann auf die gesamte Behandlungszeit gestreckt werden um möglichst sanfte Kräfte wirken zu lassen.

Die bei Invisalign schon als Standard geltenden Attachments zur Reduktion des Intrusionseffektes sollten auch auf andere Anwendungen, wie Clear-Aligner übertragen werden, um unvorhergesehene Nebenwirkungen auszuschließen. Da der Clear-Aligner einen gewissen Saugeffekt besitzt, ist die Indikation zur Attachmentapplikation nicht ganz so streng gegeben, wie bei dem weniger flexiblen und nur über die Zahnkronen reichenden Invisalignsystem.

---

Die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Torkuekraftapplikation ist bei Invisalignanwendungen mit genau vordefinierten Schritten am höchsten. Physiologische Torqueapplikation über den gesamten Behandlungszeitraum zu verteilen, ist eine der ganz besonderen Stärken der Invisaligntherapie.

Festsitzende Behandlungsgeräte haben über vordefinierte Torquewerte auch eine relativ präzise Übertragung der vorgegebenen Werte. Die Genauigkeit und Individualität ist bei dem Lingualtechniksystem mit Incognito am größten. Auch durch Verwendung der Längsseite des Bogendrahtes als Übertragungsebene und die sehr exakte und zudem noch mit individueller Basis und individuellem Torquewert versehene Passgenauigkeit dieser Individualbrackets erhöht sich die Genauigkeit der Torqueübertragung erheblich.

Die linguale Anbringung der Brackets kann, da näher an der Wurzelspitze und näher am Widerstandszentrum des Zahnes gelegen, die Torqueübertragung ebenfalls erhöhen. Einzig die nicht kontrollierbare Kraftübertragung ist hier als Gefahr einer Wurzelspitzenresorption anzunehmen. Dennoch wurden vom Verfasser bei der Lingualtechnik trotz zum Teil massiver Frontzahnbewegungen im Gegensatz zur Standard-Edgewise Technik kaum apikale Wurzelresorptionen beobachtet. Andere, nicht individualisierte Bracketssysteme haben gleich mehrere ungünstige Eigenschaften bei der Torqueapplikation.

Zu dem Nachteil der geringen Dimension, über welche die Kraft vom Bogen zum Bracket übertragen wird, kommt noch der Nachteil des relativ großen Spielraumes zwischen Bracket und Bogen hinzu. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Torqueapplikation bei festsitzenden Bracketapparaturen in der Regel erst zum Ende der Behandlung erfolgt, wenn die Zähne schon ausnivelliert sind und größere Bogenstärken verwendet werden können.

Diese verursachen jedoch eine erhöhte Friktion, was wiederum die Kontrolle der Torquekraftapplikation behindert. Zu geringe Torqueübertragung stehen der Gefahr der übermäßigen Belastung mit darauf folgender Wurzelspitzenresorption diametral gegenüber. Nur ein sehr schmaler Grad, dessen Geschick und Geduld in der Hand des Kieferorthopäden liegt, eröffnet eine iatrogenarme suffiziente Torqueübertragung bei der Multibandtechnik.

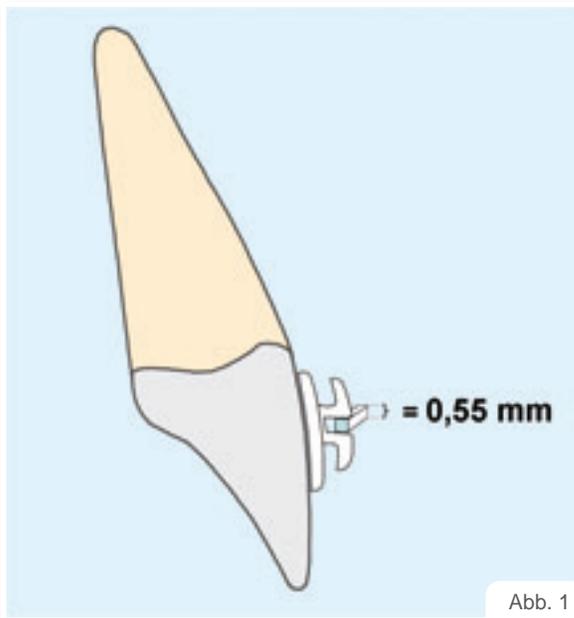


Abb. 1

Der Kraftansatz zur Torqueapplikation ist im Verhältnis zur Länge der Zahnwurzel winzig. Torque ohne iatrogene Schädigung durch überhöhte Kraftmomente ist nahezu unmöglich.

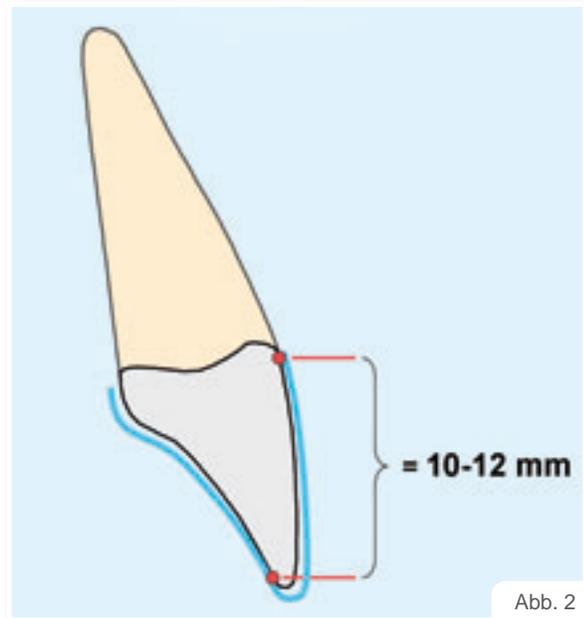


Abb. 2

Bei allen Folientechniken ist der Torquehebelarm ausreichend dimensioniert um ein schonendes und streckenbegrenztes Kraftmoment zur Torquebewegung wirken zu lassen. Hierdurch wird die iatrogene Schädigung minimiert.

Während mit der Straightwire-Apparatur eine zwar vorgegebene, aber doch definierte Torqueübertragung möglich ist, hängt die Torqueübertragung bei der Standard-Edgewise-Technik maßgeblich vom Geschick und der Tagesform des Behandlers ab. Unterschiedlich gerichtete Torqueapplikationen nach Bogenwechsel und ein starres 22er System erhöhen die Gefahr der Wurzelspitzenresorption erheblich. Aus diesem Grund rät der Autor von der Verwendung des mittlerweile als historisch anzusehenden Standard-Edgewise-Systems ab und empfiehlt eine maximale Bogenstärke von 16x22 im 22er Slot.

Bei der Ricketts-Technik wird sowohl durch die Verwendung der Utility-Segmentbögen als auch durch die Verwendung dünnerer Bogenstärken die Gefahr der Torquekraftüberdosierung minimiert. Dies führt auf der anderen Seite aber zu einer relativen Ungenauigkeit der Torqueapplikation und bedarf bei sinnvoller Anwendung der besonderen Erfahrung des Behandlers.

---

Die heute sehr modernen selbstligierenden Bracketsysteme weisen gegenüber der Straightwire-Apparatur nur sehr geringe Vorteile auf. Hohe initiale Friktionswerte und geringe Friktion, bzw. geringes Anpressen des torqueübertragenden Bogens verringern die Torquekraftübertragung. Auch sind einige selbstligierende Bracketsysteme derart hoch gebaut, dass die Bögen sehr weit von der Zahnoberfläche entfernt eingesetzt werden, was durch den höheren Hebelarm, ganz im Gegensatz zur Lingualtechnik, sowohl die Genauigkeit der Torqueübertragung als auch die Kontrolle der Kraftapplikation auf die Wurzelspitze herabsetzt bzw. geradezu unmöglich erscheinen lässt.

Den herausnehmbaren Zahnspangen kann in aller Regel keine kontrollierbare Torqueübertragung zugesprochen werden.

### **Verankerungsbedarf**

Die Verankerung ist ein grundlegendes Problem bei der Behandlung von Malokklusionen und Dysgnathien und somit ist es in der Kieferorthopädie von besonderer Wichtigkeit, möglichst keinen erhöhten Verankerungsbedarf zu induzieren oder durch geeignetes Therapiedesign diesen auf ein Minimum zu reduzieren.

Die herausnehmbaren Spangentechniken haben ein wesentliches gemeinsames Merkmal. Sowohl bei den Folientechniken als auch bei den Plattenapparaturen ist es möglich, nur die Zähne zu aktivieren, die auch tatsächlich bewegt werden sollen. Dies führt dazu, dass die nicht bewegten Zähne noch im Alveolarknochen befestigt bleiben und somit zur Unterstützung der Verankerung beitragen. Während dies nicht ganz auf die Plattenapparaturen zutreffen mag, wiegt der Vorteil der palatinalen Gewebeatstützung diesen Nachteil wieder auf. Sowohl Invisalign, Clear-Aligner® als auch Platteapparaturen haben den bei weitem geringsten Verankerungsbedarf. Die gezielte und platzierte Kraftdosierung erhöht die Stabilität und verringert die Notwendigkeit zur Verankerung.

Bei den festsitzenden Apparaturen kann der Lingualtechnik, mit dem näher am Widerstandszentrum liegenden Ansatz der über die Bögen übertragenen Kraft und insbesondere der individualisierten Technik mit Incognito Brackets einen gewissen Vorteil vor den Labialsystemen eingeräumt werden.

---

Je mehr standardisiert wird, desto mehr Verankerung wird gebraucht. Da die Werte für Angulation und Torque im Straightwire-System sich schon in der initialen Phase der Zahnbewegung bemerkbar machen können und gleichzeitig alle Zähne bewegt werden (die natürliche Verankerung nicht bewegter Zähne geht schon mit der Nivelierungsphase verloren), erfordert dies einen ganz besonders hohen Anspruch an die Verankerung. Folglich steigt die Rate der Extraktionstherapie, der HG-Anwendung, der KI-II Gummizüge oder neuerdings sehr beliebt, der kieferorthopädischen Implantatverankerung. Je weniger die Individualisierung einer Behandlung gestaltet ist, desto höher ist der erforderliche Verankerungsbedarf. Den ungünstigsten Schnitt machen hierbei die selbstligierenden Bracketsysteme unter Anwendung vorgeformter elastischer Bögen. Ohne ausreichende Verankerung ergeben sich häufig bialveoläre Protrusionen der Frontzähne mit inkompetentem Lippenschluss.

Durch geschickte Anwendung der segmentierten Rickettstechnik mit Utility Bögen und Loops kann der Nachteil der festsitzenden Behandlungsgeräte teilweise kompensiert werden, so dass hier von einem mittleren Verankerungsbedarf ausgegangen werden kann.

### **Iatrogenes Schädigungspotential**

Das iatrogene Schädigungspotential ist gleichzeitig ein Spiegel der Summe aller vorgenannten Eigenschaften und schreibt der individuellen möglichst biologisch geführten Behandlung die geringste schädigende Wirkung zu, während die genormte vereinheitlichte Therapie mit Normbogenformen genormten Torquewerten und vielleicht auch noch genormten Bogensequenzen das größte iatrogene Schädigungspotential in sich birgt.

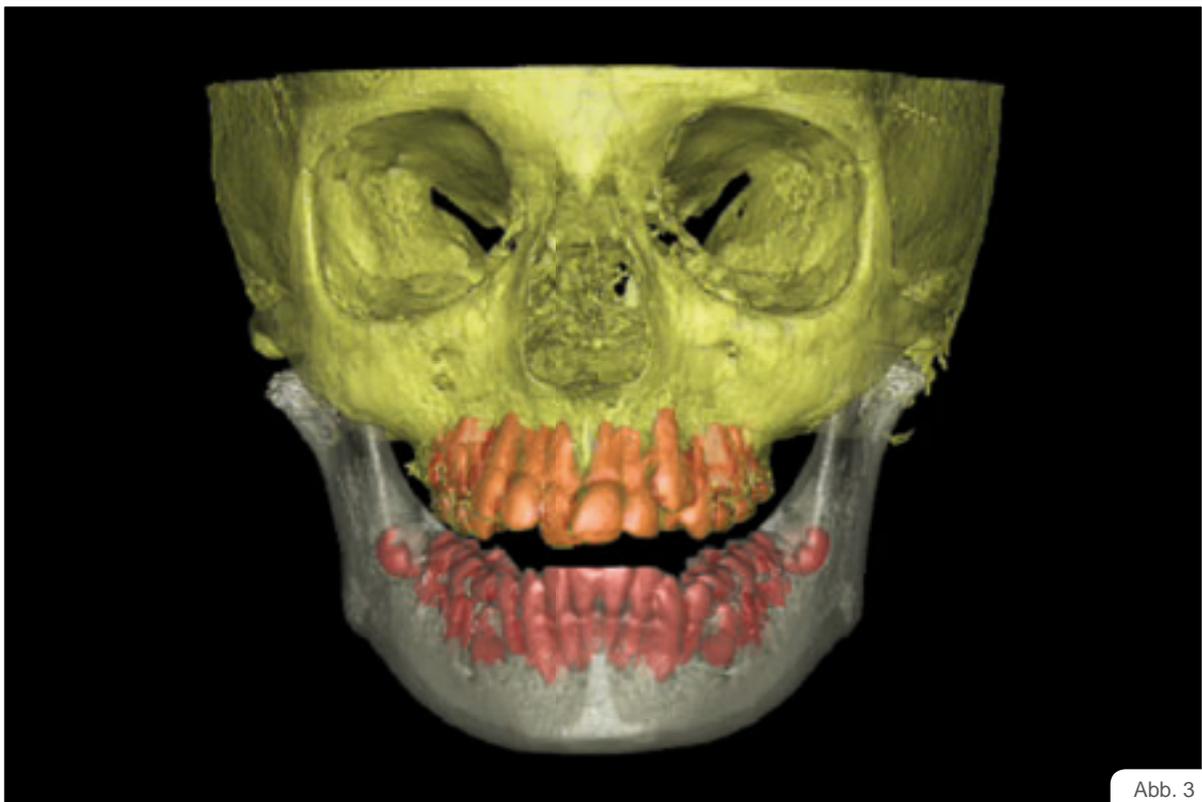
So haben Invisalign Clear-Aligner und Plattenapparaturen das geringste Schädigungspotential. Wenn auch mit diesen Behandlungstechniken nicht alles möglich erscheint, dies gilt insbesondere der Anwendung der Plattenapparaturen, so bergen sie jedoch die geringste Gefahr einer iatrogenen Schädigung. Ein vom Verfasser nicht einzuschätzendes mittleres Schädigungspotential hat die Lingualtechnik und die „bioprogressive“ Rickettstechnik.

Die Behandlungserfahrung des Arztes trägt bei diesen Techniken besonders bei, um das iatrogene Schädigungspotential bestimmen zu können.

---

Bei der veralteten Standard-Edgewise-technik, wie bei der Straightwire-Technik ist das iatrogene Schädigungspotential relativ hoch. Ganz besonders hoch ist es bei den selbstligierenden Brackets mit minimalem Individualisierungsgrad. Hier können einzelne Zähne auf langen Strecken einer erheblichen desmodontalen Druckbelastung ausgesetzt werden, was zu schwerwiegenden Nekrosen, mit Wurzelresorption und Knochenverlust führen kann. Einer zu unkritischen Anwendung dieser scheinbar vereinfachenden kieferorthopädischen Behandlungstechnik sollte jedoch mit gesunder Skepsis entgegnet werden.

### Zusammenfassung und Ausblick:



Eingescannter Patientenschädel mit Aufteilung der Kieferpartien und der Zahnbögen

Die Einführung dreidimensionaler Behandlungsplanung mittels ClinCheck stellt eine erleichternde Hilfe zur Durchführung komplexer kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Behandlungsabläufe dar.

---

Die Anwendung von Invisalign-Behandlungen kann gerade für chirurgische Fälle empfohlen werden, da sie bei der präzisen Okklusionsvoreinstellung, der herkömmlichen Multibandbehandlung überlegen ist.

Auf die Verwendung geeigneter Attachments sollte besonderer Wert gelegt werden, da dies zum einen die Behandlungszeit verkürzen kann und zum anderen die Genauigkeit der Therapie steigert.

In den oben erörterten qualitativen Werten einer kieferorthopädischen Behandlung weist die Invisaligntherapie die besten Eigenschaften aus.

Eine weitere Verbesserung könnte sich unter dreidimensionaler Einbeziehung der Zahnwurzelstellung und der patientenindividuellen Knochenanatomie mittels 3D-Behandlungsplanung auf der Basis von CT- oder DVT- Aufnahmen ergeben. Auch wäre für die bukkale Brackettechnik ein individueller Ansatz, wie er vom Kollegen Wiechmann in der Lingualtechnik beschrieben wird, sehr begrüßenswert.

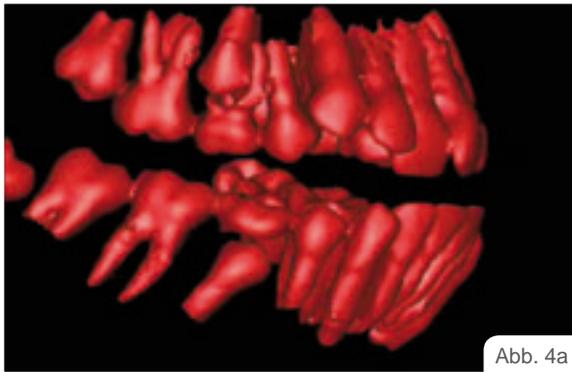
Es ist durchaus vorstellbar, dass in der Zukunft der Kieferorthopädie auf die Abdrucknahme von Kiefern und auf das Anfertigen von zweidimensionalen Röntgenaufnahmen ganz verzichtet wird. Nicht nur die Zahnkrone sollte als messbares Kriterium einer umfassenden Kieferorthopädie und Zahnästhetik dienen, sondern die Zahnwurzel und der umgebende Knochen müssen als Pfeiler und tragende Konstruktionen mit integriert werden.

Auf der Grundlage eines 3D Voxel-Datensatzes der alle anatomischen Strukturen berechnet, sämtliche Weichteile, Knochenstrukturen und Zahnwurzellängen etc. einbezieht, werden ganz individualisiert die Zähne des Patienten auf dem PC durch die Knochenmatrix manövriert. Aus den anatomischen virtuellen Modellen werden dann die individualisierten Behandlungsschienen hergestellt, bei denen auch die Folienstärke und die Elastizität in jeder einzelnen Folie für jeden Zahn unterschiedlich eingepreßt ist um auch jeder nur erdenklichen biomorphologischen Mechanik der Zahnbewegung gerecht zu werden.

Von dieser Vorstellung sind wir heute in fast noch mittelalterlicher Manier sehr weit entfernt. Computerunterstützte Verfahren, wie Invisalign® incognito® oder Simplant® weisen jedoch den richtigen Weg in die Zukunft der Orthodontie.

---

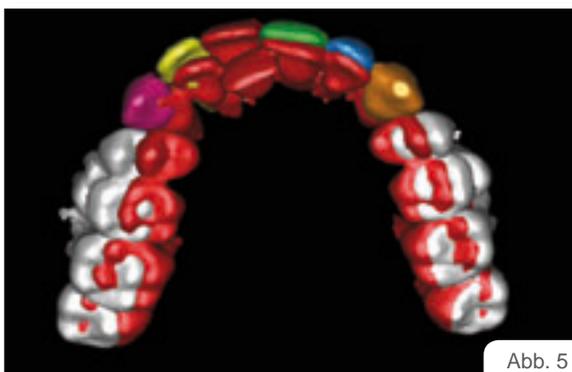
Die nachfolgenden Abbildungen einer Simplant-Studie zur 3D gesteuerten Zahnbewegung auf der Grundlage einer DVT-Aufnahme sollen dem Leser als Anregung dienen:



Separierte Zahnbögen machen den Status des Zahnwechsels sichtbar.



Separierte Zahnbögen machen den Status des Zahnwechsels sichtbar. Zähne und Keimanlage von frontal.



Über dem separierten OK-Zahnbogen (rot) werden die gewünschten Zahnbewegungen (bunt) und die Kieferentwicklung (weiß) in Superpositionierung simuliert.

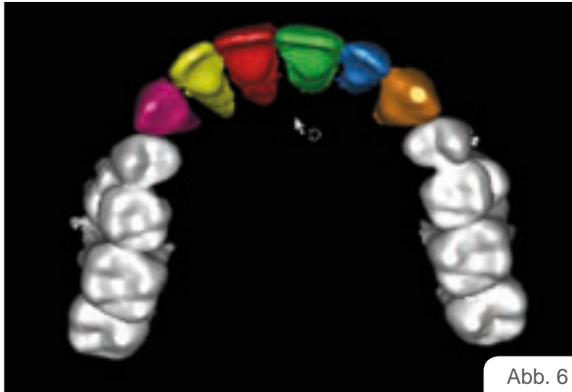


Abb. 6

Das berechnete Endergebnis kann mitsamt der ganzen Zahnform und des noch stattfindenden Zahnwechsel im Seitenzahnbereich begutachtet werden.



Abb. 7

Orthodontisches Setup des Zahnbogens mit Einbeziehung der Zahnwurzel

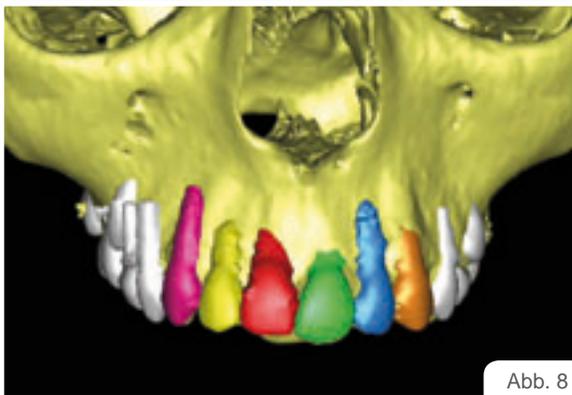


Abb. 8

Das Zurücksetzen der geplanten kieferorthopädischen Bewegung in den anatomischen Schädel des Patienten ermöglicht die Kontrolle darüber, ob die Behandlung innerhalb der biologischen Matrix erfolgt. Nach Prüfung und eventueller Ausbesserung der Behandlungsplanung kann die errechnete Therapie zur Realisierung freigegeben werden.

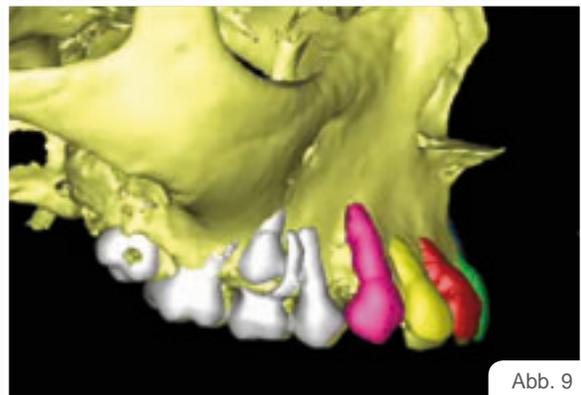


Abb. 9

Das Zurücksetzen der geplanten kieferorthopädischen Bewegung in den anatomischen Schädel des Patienten ermöglicht die Kontrolle darüber, ob die Behandlung innerhalb der biologischen Matrix erfolgt. Nach Prüfung und eventueller Ausbesserung der Behandlungsplanung kann die errechnete Therapie zur Realisierung freigegeben werden.

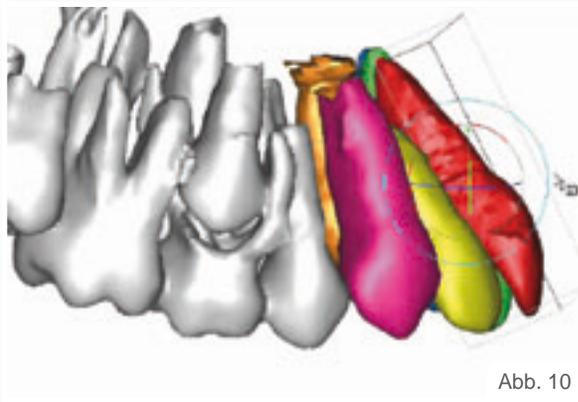


Abb. 10

Beispiel der Gestaltung einer modernen Retrusionsbewegung. Der zu bewegende Zahn 11 (rot) wird in einem dreidimensionalen Koordinationssystem erfasst und in die vorausdefinierte Position dirigiert.

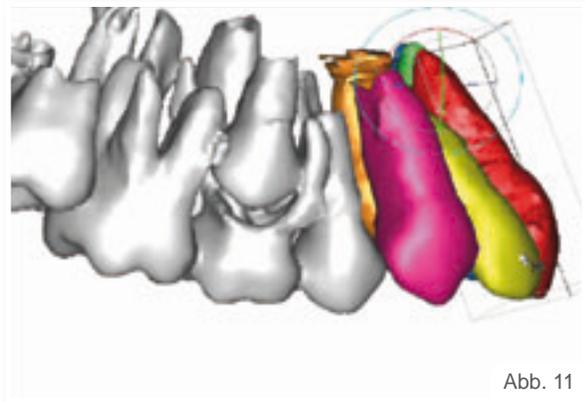


Abb. 11

Situation nach virtueller Retrusion des Zahnes 11.

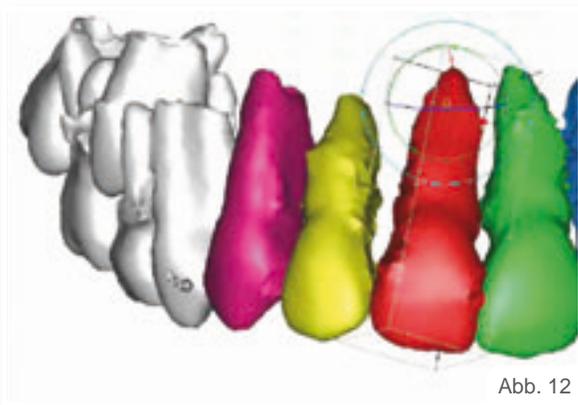


Abb. 12

Beispiel der Planung einer futuristischen Angulationsbewegung. Der Zahn 11 (rot) wird mit seiner Wurzelspitze nach distal bewegt und die Zahnkrone nach mesial anguliert.

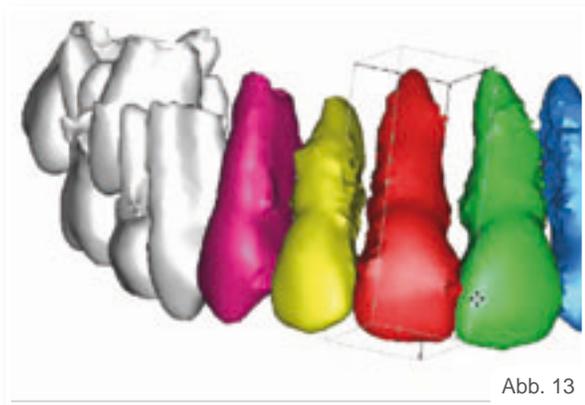


Abb. 13

Frontalansicht nach virtueller Zahnbewegung mit distalem Wurzeltorque 11.

Es bleibt zu hoffen, dass dieser Artikel eine Anregung zur kritischen Betrachtungsweise des eigenen kieferorthopädischen Handelns darstellt und mögliche Ausblicke und Phantasie für die Kieferorthopädie der kommenden Generation signalisiert.

Wir alle erwarten mit Neugier die Kieferorthopädie der Zukunft.

# Fragen zur Behandlung mit der Invisalign-Zahnspange

---

## Was bedeutet Invisalign-Zahnspange?

Invisalign ist ein neuer Begriff für eine moderne Zahnspange. Es setzt sich aus den engl. Worten „invisible“ = unsichtbar und „aligner“ = Schienen zusammen. Er beschreibt die unsichtbare Zahnstellungskorrektur mit der transparenten Behandlungsschiene, der unsichtbaren Zahnspange.

## Seit wann gibt es die Behandlung mit der Invisalign-Zahnspange?

Die Invisalign-Therapie mit unsichtbarer Zahnspange gibt es in Deutschland seit 1999. Verbreitet wurde diese neue Technik jedoch erst ab 2001 durch den unermüdlichen Einsatz des BDK-Vorsitzenden Dr. Werner Schupp und Prof. Dr. Reginald Miethke aus Berlin. Bis Anfang 2005 wurden weltweit über 8 Mio. Aligner hergestellt und 28000 Patienten mit der unsichtbaren Zahnspange behandelt. Zahlreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen bestätigen die Wirksamkeit dieser neuen unsichtbaren und für den Zahn schonenden Behandlungstechnik.

## Was ist eine Behandlung mit der Invisalign-Zahnspange?

Invisalign ist die Methode der unauffälligen und zugleich schonenden Zahnkorrektur mit der fast „unsichtbaren Zahnspange“. Invisalign verwendet eine Serie von transparenten, herausnehmbaren Schienen, sogenannte „Aligner“, die Ihre Zahnfehlstellung ohne Metall und Drähte ganz unauffällig und schmerzfrei korrigieren können.

## Wie funktioniert die Behandlung mit der Invisalign-Zahnspange?

Mit Hilfe einer speziellen Computersoftware im CAD-CAM-Verfahren wird ausgehend vom Ist-Zustand ein vorher bestimmtes Behandlungsziel dreidimensional dargestellt und in einzelne Behandlungsphasen unterteilt. Für jede dieser Phasen werden dann die einzelnen individuellen Aligner-Schienen produziert, die jeweils ca. zwei Wochen lang getragen werden. In dieser Zeit werden die Zähne durch Druckausübung kontinuierlich in die vorher errechnete Richtung bewegt. Dann erst folgt die nächste Zahnspangen-Schiene – bis das gewünschte Behandlungsziel erreicht ist. Die Dauer der Behandlung mit der „unsichtbaren Zahnspange“ liegt je nach Grad der Zahnfehlstellung in der Regel zwischen ca. 9 und 15 Monaten. Ihr Zahnarzt für Kieferorthopädie kann Ihnen schon zu Behandlungsbeginn sagen, wie viele Monate sie für Ihre persönliche Invisalign-Zahnspangen-Therapie benötigen und wann sie mit der Behandlung fertig sind.

---

## Was sind die wichtigsten Vorteile der Behandlung mit der Invisalign-Zahnspange?

1. Invisalign ist nahezu unsichtbar – Sie können Ihre Zähne mit dieser Zahnspange korrigieren, ohne dass es Ihrer Umgebung auffällt.
2. Invisalign ist herausnehmbar – Sie können während der Behandlung essen und trinken, was Sie wollen. Dies bedeutet für Sie keinerlei Einschränkung während der Therapie mit dieser Zahnspange. Ebenso bietet diese Technik Ihnen die Möglichkeit einer optimalen Mundhygiene, da Sie Ihre Zähne wie gewohnt reinigen können.
3. Invisalign ist eine komfortable Zahnspangentherapie ohne Metallspangen oder Drähte, die scharfe Kanten haben und Entzündungen im Mundbereich, Zahnfleischentzündungen oder gar Parodontose hervorrufen können.
4. Invisalign zeigt Ihnen noch vor Beginn der Therapie Ihren persönlichen virtuellen Behandlungsplan: Als computergestützte Methode ermöglicht Invisalign Ihnen bereits im Voraus zu zeigen, wie Ihre korrigierten Zähne nach der Behandlung aussehen können.

## Ist eine Behandlung mit Invisalign ein Ersatz für die feste Zahnspange?

Über Invisalign wurde in den Medien und in der Fachliteratur viel geschrieben und geredet. Leider wurden viele Kieferorthopäden durch die teils vehemente Werbung der Firma Align Technologie abgeschreckt, und in der wissenschaftlichen Fachpresse fand sich zu unrecht (ohne es ausprobiert zu haben) ein negatives Echo.

Wir haben Invisalign in unser Praxiskonzept aufgenommen und festgestellt, dass wesentlich mehr mit dieser Methode möglich ist, als zunächst vermutet wurde. Da durch die vielen Schienen ein besseres Umgreifen der Zahnkrone möglich ist als bei der MB-Technik, ergeben sich bessere Behandlungsansätze als bei der sichtbaren MB-Technik. Selbst die zunächst als schwierig eingestuften Zahnverlängerungen, Extrusionen genannt, können nach der Erfahrung von Dr. Polzar mit der Verwendung der entsprechenden, die Zahnbewegung unterstützenden, Attachments mühelos gelingen. Hierüber wurden von Dr. Polzar schon mehrere Veröffentlichungen in Fachartikeln publiziert.

---

## **Ab welchem Alter kann mit der Invisalign-Behandlung begonnen werden?**

Für eine Invisalign-Behandlung müssen alle Milchzähne durch bleibende Zähne ersetzt und das skelettale Wachstum abgeschlossen sein, d. h. fast alle Teenager über 15 Jahren sind für Invisalign geeignet. Oftmals ist es jedoch auch möglich, jüngeren Patienten eine Behandlung anzubieten. Bitte beachten Sie, dass neben dem Alter auch noch andere Kriterien ausschlaggebend dafür sind, ob eine Behandlung mit Invisalign für Sie infrage kommt. Ihr zertifizierter Invisalign-Facharzt berät Sie hierzu gern.

## **Wie hoch sind die Kosten der Kieferorthopädie mit einer Invisalign-Zahnspange?**

Wie bei jeder Zahnbehandlung hängen die Kosten vom Umfang der angestrebten Therapie ab. Für eine individuelle Kalkulation der Behandlungskosten wenden Sie sich bitte an Ihren Invisalign-Facharzt.

## **Woraus bestehen Aligner?**

Die Aligner-Schienen bestehen aus transparentem und stabilem medizinischen Qualitätskunststoff, der getragen nahezu unsichtbar ist.

## **Kann ich für eine Invisalign-Behandlung zu jedem Kieferorthopäden oder Zahnarzt gehen?**

Nein. Denn um mit Invisalign erfolgreich behandeln zu können, ist eine spezielle Schulung erforderlich. Nur Behandler mit einer Zertifizierung können Invisalign-Fälle behandeln. Auch gibt es bei den zertifizierten Invisalign-Behandlern große Unterschiede, was das Therapiespektrum und auch die Behandlungstherapie angeht. Nicht jeder, der seinen Führerschein gerade erst gemacht hat, ist damit automatisch ein guter und sicherer Autofahrer.

Aus der Praxis Dr. Polzar wurden im Jahr 2005 zur Erstellung eines European Case-Books mit insgesamt 25 Fällen ganze fünf Fälle ausgewählt. Dies spricht sicherlich für eine hohe Anerkennung der in dieser Praxis durchgeführten Behandlungsqualität – bedenkt man, dass an dieser Auswahl alle in Europa mit Invisalign behandelnden Zahnärzte und Kieferorthopäden teilnehmen konnten und die ausgewählten Fälle somit aus einem Behandlungspool von über 80.000 europaweit behandelten Fällen stammen.

---

### **Ist die Behandlung mit der Invisalign-Zahnspange schmerzhaft?**

In einigen Fällen empfinden Patienten in den ersten Tagen einer neuen Behandlungsphase, d. h. nach Einsetzen eines neuen Aligners, ein leichtes Druckgefühl. Dies ist jedoch durchaus normal und beweist, dass die Aligner-Schienen funktionieren und die Zähne sukzessiv in die gewünschte Richtung bringen. Das Druckgefühl verschwindet in der Regel jedoch nach einigen Tagen und bei fortgeschrittener Therapie schon gar nach einigen Minuten.

### **Beeinträchtigt das Tragen der Aligner-Schienen meine Aussprache?**

Bei manchen Patienten kann Invisalign die Aussprache zu Beginn leicht beeinträchtigen, etwa in Form eines leichten Lispelns. Allerdings gewöhnt sich die Zunge rasch an die Aligner, so dass eine eventuelle Beeinträchtigung in der Regel nach ein bis zwei Tagen vorübergeht.

### **Muss für jede Invisalign-Schiene ein neuer Abdruck gemacht werden?**

Nein! Denn mit dem ersten Präzisionsabdruck wird das Gebiss des Patienten in den Computer eingescannt. Man erhält eine dreidimensionale Ansicht des Gebisses. Diese Technik wird auch als CAD-CAM bezeichnet und z. B. in der Autoindustrie zur Entwicklung neuer Fahrzeugtypen angewendet.

Mit einer speziellen Software werden dann die Zähne im Computer Schritt für Schritt bearbeitet, bis die ideale Zahnstellung erreicht ist. Die einzelnen Schritte werden dann mit Laserlithografie oder Computerfräsen zu realen Modellen umgewandelt. Deshalb ist es nicht notwendig, jeweils neue aufwendige Abdrücke herzustellen.

Auf den Modellen können dann die Invisalign-Aligner hergestellt werden. Das heißt, zu Beginn der aktiven Therapie sind schon alle Aligner-Zahnspangen bis zur allerletzten Schiene fertiggestellt und werden so lange in der kieferorthopädischen Praxis aufbewahrt, bis der Behandler auch die letzten Schienen ausgehändigt hat.

---

### **Kann ich dann nicht gleich alle Invisalign-Schienen mit nach Hause nehmen, und ist es überhaupt noch erforderlich, während der Therapie zum Kieferorthopäden zu gehen?**

Nein! Es ist sicherlich in den allermeisten Fällen wichtig, dass der Kieferorthopäde den Behandlungsverlauf kontrollieren kann. Hierbei prüft der Behandler z. B., ob sich bestimmte Zähne blockieren und damit die weiteren Zahnbewegungen zum Stocken kommen.

Auch kann es notwendig sein, dass zusätzlich Aligner-Gummizüge zur besseren Verankerung der Zahnbewegungen angebracht werden müssen. Oder es ist erforderlich, dass zusätzliche Zahnformkorrekturen, sogenannte Remodellationen oder Slicen (ASR = Approximale Schmelzpolitur), durchgeführt werden. So ist es sinnvoll und im Interesse des sicheren Gelingens einer Invisalign-Therapie, wenn der Patient seine 6- bis 12-wöchigen Kontrolltermine, Inspektion des Behandlungsverlaufes und Vergleich mit der virtuellen Zahnbewegung im ClinCheck jeweils einhält.

Es gibt aber auch Ausnahmen. So musste ein Schüler direkt nach Beginn der Invisalign-Therapie für ein Jahr nach Amerika. Er folgte den Anweisungen von Dr. Polzar ganz strikt und kam im darauffolgenden Jahr fertig behandelt aus seinem Auslandsaufenthalt wieder zurück. Es mussten nur noch die Retainer eingesetzt werden.

Das Behandlungsdesign bestimmt ganz wesentlich, wie sicher eine Therapie verläuft. Diese sehr aufwendigen Vorbereitungen bekommt der Patient in der Regel gar nicht mit, da sie vom Kieferorthopäden im Hintergrund getroffen werden.

### **Muss ich während der Invisalign-Behandlung auf bestimmte Speisen verzichten?**

Sie können während der Behandlung essen, was immer Sie wollen, da Sie die Aligner vor den Mahlzeiten einfach herausnehmen. Dies bedeutet für Sie keinerlei Einschränkung im Alltag. Für Ihre optimale Mundhygiene ist es sehr wichtig, dass Sie Ihre Zähne jedes Mal putzen, ehe Sie die Aligner-Schiene wieder einsetzen.

# SELBSTBEFUNDBOGEN

Kieferorthopädische Praxis Prof. Dr. Gerhard Polzar (KKU)  
 Vogelsbergstr. 1+3, 63654 Büdingen, Tel.: 06042/2221  
 www.polzar.com

von: \_\_\_\_\_ Name \_\_\_\_\_ Alter \_\_\_\_\_

## VON VORNE

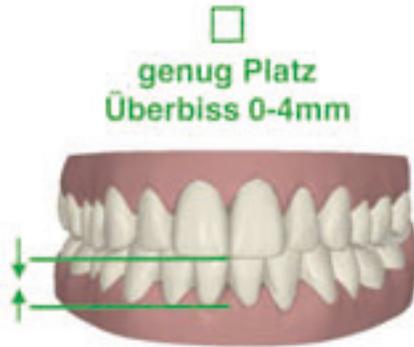


Bild 1



## VON DER SEITE



Rückbiss



Deckbiss



Progenie

## PLATZ Kein Kreuzbiss, keine Lücken, kein Engstand;(Bild1)



## Andere typische kieferorthopädische Behandlungsmethoden

---



### **MAPO-Aktivator** (bestes Alter von 8-10 Jahre)

Der Aktivator bringt deinen Kiefer in die richtige Position. Er ist das eigentliche Kieferkorrekturgerät. Er ist ein Trainingsgerät wie ein Fußball und damit er wirken kann ist besonders Wichtig, das er regelmäßig am Tag getragen wird. 2 bis 4 Stunden je nach Alter reichen meistens aus.



### **Lose Spange, Platte** (bestes Alter von 9-11 Jahre)

Mit einer Platte kann der Kiefer durch Drehen mit Schrauben vergrößert werden, damit auch alle Zähne ihren Platz finden. Regelmäßiges Tragen erspart das Zähne ziehen bei engen Kiefern.



### **Feste Zahnsperre** (bestes Alter von 11-13 Jahre)

Mit der festen Zahnsperre lassen sich verdrehte Zähne gerade richten. Der hierfür erforderliche Platz sollte mit den oben gezeigten, herausnehmbaren Zahnsperren vorher geschaffen werden.

### Internetfachbuch, was ist das? Schon wieder ein neues Wort.

Internet gibt es als allgemeingültiges Medium zur Informationsverbreitung erst seit der Mitte der 1990er Jahre, doch es hat unser ganzes Leben verändert. Heute kann man sich die Kommunikation ohne email SMS und Smartphone gar nicht mehr vorstellen. Zahnspangen werden via Internet geplant und produziert. Dies sind Meilensteine in der Kommunikationswelt. Zeitung ade? Bei weitem nicht! Ein Buch, wie dieses gibt einen zusammengesetzten Inhalt wieder, den man in der Hand halten kann. Im Internet findet man nur Puzzle, die es gilt zusammen zu setzen.

Heute leben wir schon längst nicht mehr in der Informationswert. Informationen gibt es in Hülle und Fülle. Jede Info lässt sich im Internet finden. Google, Yahoo und Co sind damit groß geworden gerade diesen Info-Dschungel zu durchqueren, um an „Die richtige“ Information zu kommen.

Nein das Problem von heute ist nicht mehr die Informationsbeschaffung. Mit Wikipedia haben wir ein anscheinend grenzenloses Lexikonwissen zur Verfügung. Aber hilft das wirklich? Wer steckt hinter der einzelnen Information, ist die Info auch sicher und Glaubwürdig, die es im Internet per Google oder Wiki zu finden gibt? Und was muss ich noch dazu wissen, um die Zusammenhänge besser verstehen zu können.

Hier ist die Lücke. Sich fachgerecht, aber doch leicht verdaulich genug, aber mit dem entsprechenden Expertenwissen zu informieren, um daraus zu profitieren, das ist die Kunst. Eine verlässliche Aussage mit dem richtigen Hintergrund und einer greifbaren Institution, einer Person, die sich für den Inhalt verbürgt, oder dafür gerade steht und dies in geordneter vorbereiteter Form. Das ist es, was heute gebraucht wird, was sich nicht so ohne weiteres im Internet finden lässt. Das ist es, was in Zukunft vielleicht das Ranking einer Universität widerspiegelt und sie für die Studenten von morgen attraktiv macht.

Richtig, Zeit ist Geld! Und brauche ich zu lange um mich in dem Informationsdschungel zurechtzufinden, dann nutzt mir auch die beste Suchmaschine nichts. Bücher sind Out! Nein wirklich nicht, jedoch nehmen sie einen anderen Platz ein. Heute ist das Telefon gleichzeitig Musikstation, soziales Netzwerk, Taschenlampe Kompass, Straßenplan, Computer, Sekretär, Übersetzer, Post, Spielkonsole, Fotoapparat und vieles mehr. Nicht denkbar, vor gerade noch mal 20 Jahren! Und lesen kann ich mit dem Ding auch noch was.

---

Ja, aber was denn? Und was hilft mir wirklich, wenn ich mich sachgerecht und verlässlich informieren will. Genau hier sehe ich die Verbindung, die Kittstelle vom „alten Buch“ in der Hand, zum neuen Medium der Internetplattform.

Und die Vorteile sind nicht nur auf der Seite der Leser, nein auch der Autor ist nicht mehr abhängig von einem Verlag, der mitbestimmt. Der Prozess lebt. Das Internetfachbuch wächst mit dem Wissen und der Bereitschaft des Autors, diese für alle ins Netz zu stellen. Das ist kompakte und schnelle Wissensvermittlung, die jedem helfen kann.

Jeder der ein Problem hat, geht heute schnell zum PC oder ins Netz per Smartphone und googelt sich sein Wissen zusammen. Schnell ist man für sein eigenes Interessengebiet ein kleiner Experte; kennt aber den Kontext nicht.

Hier soll das Internetfachbuch helfen. Am Anfang stehen einfach verständliche Texte, die je weiter man in der einzelnen Seite nach unten liest immer komplizierter werden, aber eine erklärende Unterstützung erhalten. Das Verwenden von reichlichem Bildmaterial ist dabei ganz besonders wichtig, weil wir Menschen mit einer bildhaften Vorstellung viel besser umgehen können und auch viel besser verstehen und begreifen, als nur mit reinem ödem langweiligem Text.

Lassen Sie sich ein, in mein Experiment, lesen sie das Internetfachbuch, hier als buchgebundene Ausgabe, oder direkt über das Netz in der neuesten immer aktuellen Version.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß dabei und hoffe, dass mein Beitrag ein Anstoß dafür sein wird, dass Internetfachbuch ein Informationsqualitätsbegriff wird, der sich in jeder Branche etabliert und hinter dem autorenbezogenes fundiertes Wissen kompakt bildhaft und leicht verständlich in geordneter Weise vermittelt wird.

Ihr  
Gerhard Polzar

# Impressum

---

## **Kieferorthopädische Praxis**

### **Prof. Dr. med. dent. Gerhard Polzar (KKU)**

Fachzahnarzt für Kieferorthopädie  
Funktionsdiagnostik und -Therapie

Vogelsbergstrasse 1+3  
D-63654 Büdingen

Telefon: 06042 - 2221  
Fax: 06042 - 2223  
E-Mail: [info@dr-polzar.de](mailto:info@dr-polzar.de)

#### **Internetadressen:**

[www.kieferorthopaede-frankfurt.com](http://www.kieferorthopaede-frankfurt.com)  
[www.polzar.com](http://www.polzar.com)  
[www.zahnspange-kieferorthopaedie.de](http://www.zahnspange-kieferorthopaedie.de)

#### **Mit Unterstützung von:**

### **TOP10-Agentur**

An der Saline 31  
D-63654 Büdingen

Telefon: 06042/9753-0  
Fax: 06042/9753-20  
E-Mail: [info@top10agentur.de](mailto:info@top10agentur.de)

#### **Internetadressen:**

[www.top10agentur.de](http://www.top10agentur.de),  
[www.internetfachbuch.de](http://www.internetfachbuch.de)

#### **Layout und Gestaltung:**

Janina Frauen

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung von Text und Bild sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werks darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung von Prof. Dr. med. dent. Gerhard Polzar (KKU) reproduziert werden.