

# Möglichkeiten und Grenzen der Schienentherapie in der Kieferorthopädie

Werner Schupp, Julia Haubrich, Elisabeth Hermens

## Übersicht

Einleitung	171	Funktionskieferorthopädie und Invisalign	179
Behandlung mit Invisalign	172	Zusammenfassung	179
Möglichkeiten der Schienentherapie	174		
Grenzen der Invisalign-Behandlung	176		

## Einleitung

Die Kieferorthopädie ermöglicht mit einer Vielzahl an Behandlungsmöglichkeiten die Therapie von Kiefer- und Zahnfehlstellungen. Durch ihre Ästhetik, den Tragekomfort und die Möglichkeit der optimalen Mundhygiene gewinnen durchsichtige, herausnehmbare Schienen einen immer höheren Stellenwert in der Kieferorthopädie bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen (Abb. 1).

## Rückblick

Die Geschichte der Behandlung durch Schienen kann bis ins Jahr 1945 zurückverfolgt werden, als der Positioner für kleine Stellungskorrekturen nach der Bandabnahme bei Multibandbehandlungen von Kesling auf den Markt gebracht wurde [1,2].

**Merke:** Erste Erfahrungen mit Schienen im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung wurden bereits vor 67 Jahren gesammelt.

## Stand der heutigen Technik

Neben zahlreichen Behandlungsmöglichkeiten durch festsitzende oder herausnehmbare Apparaturen hat der Kieferorthopäde heute auch die Möglichkeit, mit herausnehmbaren, nahezu unsichtbaren (engl.: invisible) bzw. wenig sichtbaren Schienen (engl.: aligner) funktionell und ästhetisch ansprechende Therapieergebnisse zu erreichen. Wurde die Behandlung mit dem in diesem Artikel beschriebenen Schienensystem der Firma Align-Technology in der Vergangenheit für leichte bis moderate Zahnfehlstellungen empfohlen, so zeigt der heutige Stand der Wissenschaft, dass in bestimmten Fällen auch komplexere Behandlungen mit diesem System therapiert werden können. Schwieri-



Abb. 1 a Ansicht eines Aligners intraoral. b Ansicht eines Aligners extraoral.

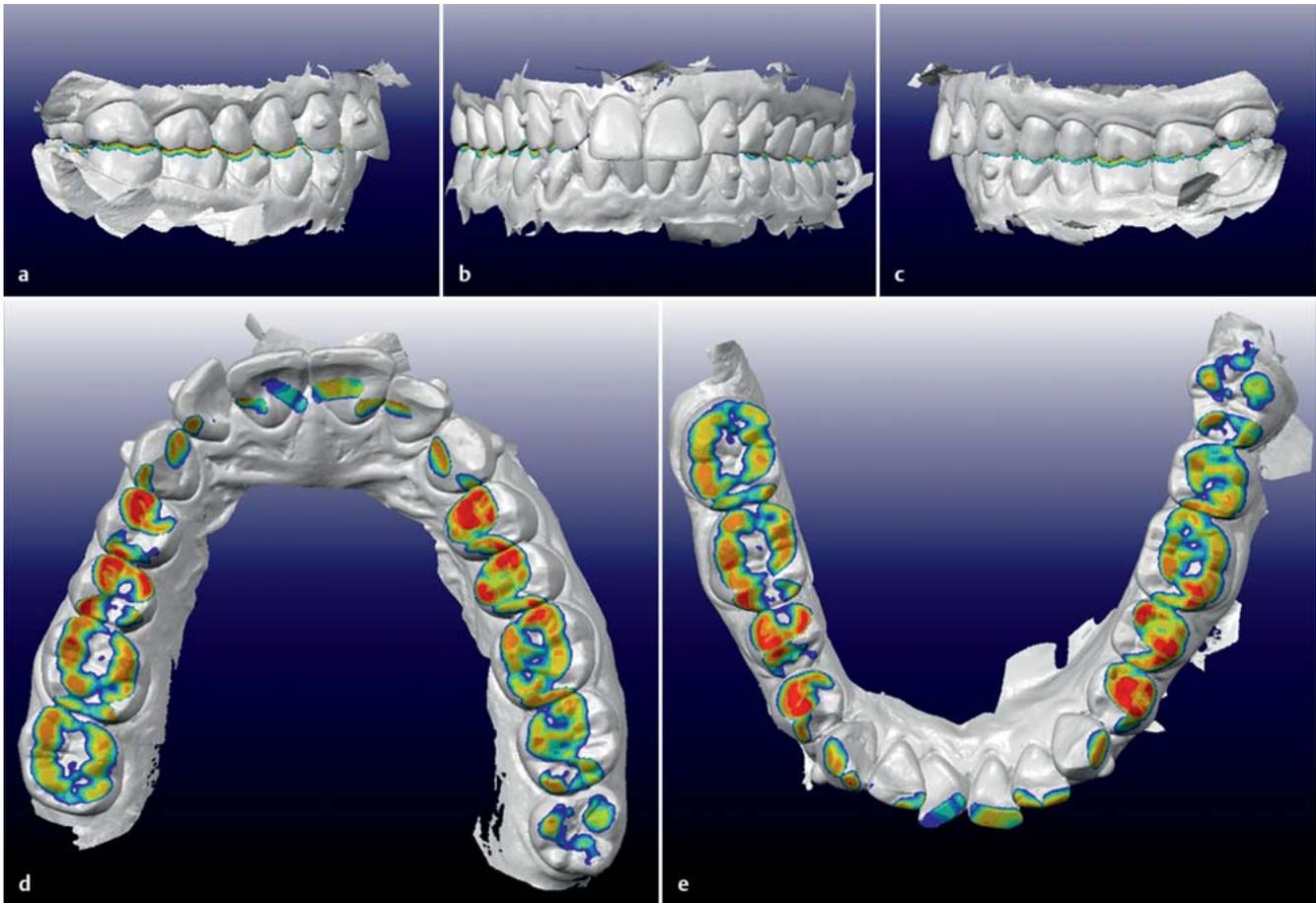


Abb. 2 Der Scan zeigt ein virtuelles Modell. a Scan rechts. b Scan frontal. c Scan links. d Scan OK. e Scan UK.

#### Vorhandene Schienensysteme auf dem Markt (Auswahl)

- Invisalign (Align Technology Inc. San Jose, CA, USA)
- Clear-Aligner (Scheu-Dental GmbH, Iserlohn)
- Orthocaps (Ortho Caps GmbH, Hamm)
- Simpli5 (Ormco, Orange, CA, USA)
- eCliqner (Yline AG, Bern, Schweiz)
- ClearLine (Orthodentlaboratory Inc., Williamsville, NY, USA)
- UST (Dr. Löklü, Schwelm)
- InLine (Rasteder KFO Speziallabor, Rastede)
- Aesthetic Liner (Fachlabor Dr. W. Klee für grazile Kieferorthopädie GmbH, Frankfurt/Main)

gere Zahnbewegungen lassen sich durch Aligner in Kombination mit Attachments oder weiteren Verankerungen, wie Gummizügen oder Teilbracketapparaturen, durchführen.

#### Behandlung mit Invisalign

Am Beispiel des Invisalign-Systems, das erstmalig 1999 auf dem amerikanischen Markt bekannt wurde (Fa. Align-Technology, San Jose, CA, USA), soll die grundlegende Vorgehensweise erläutert werden. Durch Übertragung eines vorherigen Scans (iTero, Orthocad, Fa. Align Technology) oder einer A-Silikon-Abformung der Zähne auf den Computer kann der Therapieverlauf virtuell exakt geplant werden. Der Behandlungsplan wird vom Kieferorthopäden erstellt und online übermittelt (Abb. 2).

Diese dreidimensionale Computergrafik, die sogenannte ClinCheck-Software, beinhaltet den klinischen Zustand der Zahnreihen virtuell und kann vom behandelnden Kieferorthopäden immer wieder korrigiert und erweitert werden, bis das Endergebnis festgelegt wird (Abb. 3).

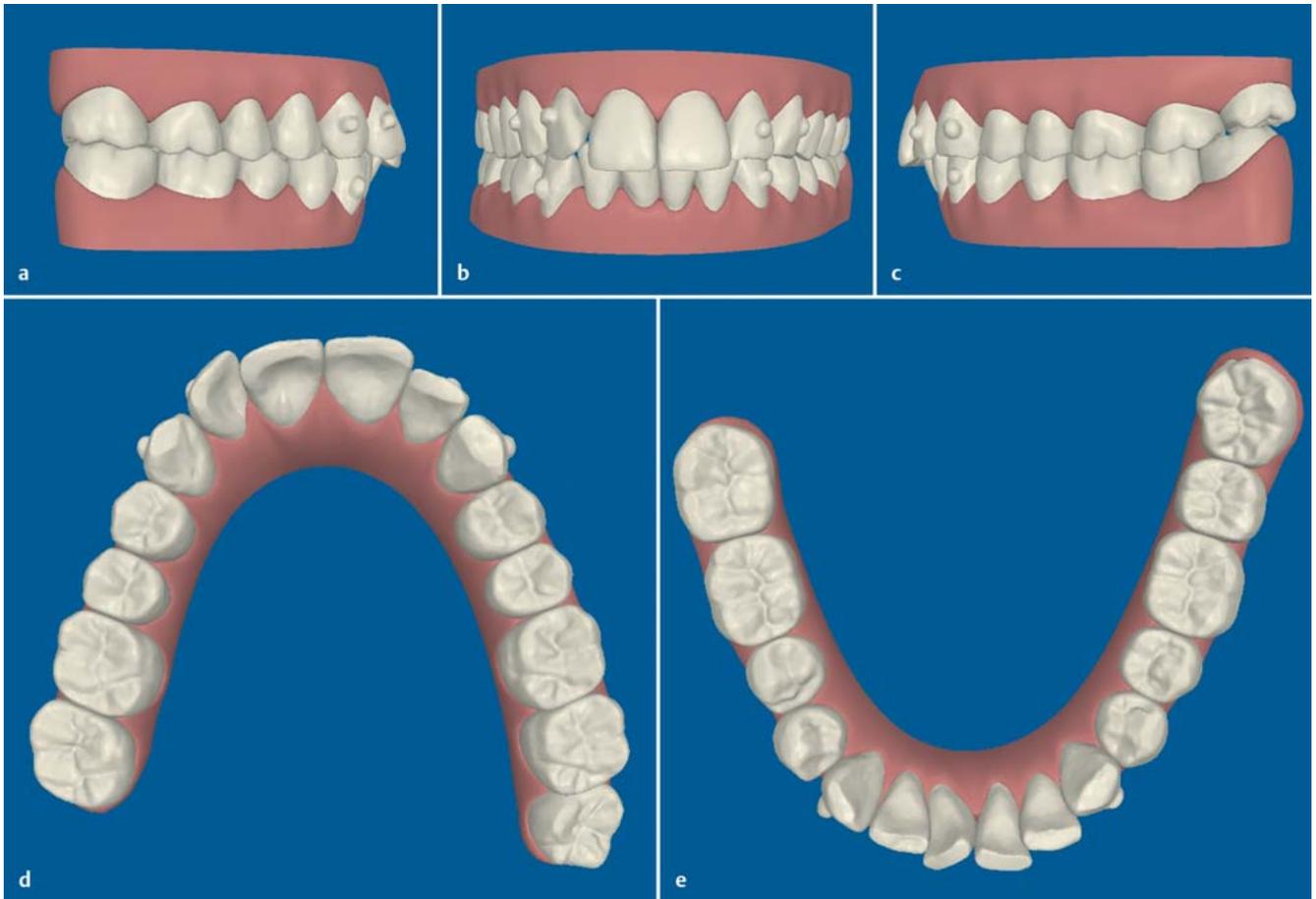


Abb. 3 Die ClinCheck-Software zeigt ein zum Scan korrespondierendes Bild. **a** Cc rechts. **b** Cc frontal. **c** Cc links. **d** Cc OK. **e** Cc UK.

## Alignerwechsel

Jede Behandlung wird in mehrere Phasen von jeweils 2 Wochen aufgeteilt. In dieser Zeit müssen die Schienen mindestens 22 Stunden am Tag getragen werden. Nach 14 Tagen muss der Patient die Schienen selbständig wechseln und befindet sich so in der nächsten Behandlungsphase.

**Merke:** Aligner werden alle 2 Wochen selbstständig durch den Patienten gewechselt.

## Interdisziplinäre Therapieplanung

Die Möglichkeit, den ClinCheck in der Phase der Therapieplanung mit dem Patienten als auch mit zahnärztlichen Kollegen besprechen zu können, ist vorteilhaft bei der Planung von interdisziplinären Therapiekonzepten. Im Rahmen dieser interdisziplinären Therapieplanung ist es möglich, den Patienten nach kieferorthopädischer Vorbehandlung kieferchirurgisch,

prothetisch, konservierend oder implantologisch weiter zu behandeln. Implantate können jedoch auch während einer Invisalign-Therapie inseriert werden, auch ein parodontologisches Recall kann parallel zur kieferorthopädischen Behandlung erfolgen. Endodontologische Versorgungen und parodontalchirurgische Eingriffe sollten vor dem Behandlungsbeginn mit Alignern durchgeführt werden.

### ■ Vorteile gegenüber Multibracketapparaturen

White Spots, Entkalkungen, Karies, Schmelzabrasionen durch Bracketkontakt, parodontale Läsionen, Sprachbeeinträchtigung oder Schleimhautirritationen, wie sie bei der Behandlung mit Multibracketapparaturen entstehen können, sind bei der Invisalign-Behandlung reduziert bzw. kaum vorhanden [3,4].

**Merke:** Bei der Alignertherapie treten weniger Nebenwirkungen wie White Spots oder Karies als bei der Multibracketbehandlung auf.

## Behandlungserfolg

Entscheidend für den Behandlungserfolg sind die Erfahrung des Kieferorthopäden und die genaue Planung der Therapie. Der Behandlungsplan wird online übermittelt. Im Anschluss an die ClinCheck-Software werden von jeder Behandlungsphase Modelle mittels Stereolithografie hergestellt, die als Tiefziehvorlage für die Aligner dienen. Eine exakte kieferorthopädische Beschreibung und Formulierung des Therapieziels im Behandlungsplan, die auch bei anderen kieferorthopädischen Behandlungen von zentralem Stellenwert ist, ist daher unumgänglich.

## Refinement

Feineinstellungen und Änderungen im Therapieverlauf sind in einer 2. Phase, dem sogenannten Refinement, möglich.

**Cave:** Die Erfahrung des Kieferorthopäden mit der virtuellen Therapieplanung und die genaue Planung der Behandlung sind für das Therapieergebnis entscheidend!

### Vorteile der Behandlung mit Invisalign

- uneingeschränkte Mundhygiene möglich, dadurch bessere parodontale Verhältnisse
- einfaches parodontales Recall ohne Brackets, Bänder, Bögen oder Drähte
- reduziertes Dekalzifikationsrisiko
- minimale bis keine Notfälle, keine Schleimhautverletzungen oder -entzündungen
- keine Möglichkeiten von Schmelzabrasionen durch Bracketkontakt
- keine Aufbisse notwendig zur Bissperrung
- keine Einschränkung beim Sport oder beim Spielen von Blasinstrumenten
- kompatibel mit PlaySafe (Sportschutz)
- computerberechnetes und dadurch planbares Behandlungsziel
- Besprechung des Behandlungsziels mit Zahnarzt/Implantologe/Kieferchirurg interdisziplinär vor Behandlungsbeginn möglich
- kein Jiggling
- keine Metallallergie möglich
- vor Behandlung ist das Ausmaß an notwendiger approximaler Schmelzreduktion (ASR) bekannt
- möglich bei Patienten mit Schmelzhypoplasie

## Compliance

Da die Behandlung mit dem Invisalign-System zu den herausnehmbaren Apparaturen im Bereich der Kieferorthopädie zählt, hängt der Therapieerfolg in hohem Maße von der Compliance des Patienten ab. Zu Beginn der Behandlung kann es in sehr seltenen Fällen zu leichten Sprachbeeinträchtigungen kommen, die sich nach ein paar Tagen aber wieder legen.

## Möglichkeiten der Schienentherapie

Bei der Therapieplanung mit dem Invisalign-System unterscheiden wir 3 Gruppen des Behandlungsbedarfs.

### Gruppe 1

Zur 1. Gruppe zählen Bewegungen, die ausschließlich mit Alignern und Attachments umgesetzt werden können. Hierzu zählen u. a. Beseitigungen von Dreh- und Engständen und Lücken im anterioren Kieferbereich, transversale Erweiterung der Zahnbögen zur Beseitigung eines bukkalen Korridors, Überstellen eines frontalen Kreuzbisses und die In- oder Extrusion von einzelnen Zähnen oder Zahngruppen [5] (Abb. 4).

### Praxistipp

Bei In- oder Extrusion von einzelnen Zähnen oder Zahngruppen ist zu beachten, dass Zähne, auf die eine extrusive Kraft wirken soll, selbst ein Attachment benötigen. Zähne, auf die eine intrusive Kraft wirken soll, benötigen selbst kein Attachment, auf den benachbarten Zähnen müssen sie jedoch als Verankerung ergänzt werden.



Abb. 4 Ansicht eines Attachments intraoral. Handmodellierete Attachments auf den Zähnen 43, 44 und 45.

## Gruppe 2

Zur 2. Gruppe des Behandlungsbedarfs zählen Bewegungen, die durch weitere Verankerungen ergänzt werden müssen. Hier ist die Distalisierung einer dentalen Klasse II in eine Klasse-I-Verzahnung im Oberkiefer und die Distalisierung einer dentalen Klasse III in eine Klasse-I-Verzahnung im Unterkiefer einzuordnen. Als ergänzende Verankerung dienen hier Knöpfchen und intermaxilläre Gummizüge [6] (Abb. 5).



Abb. 5 Klasse II Elastics in Kombination mit Alignern. Die Elastics werden an durchsichtigen Hooks aus Kunststoff auf den Eckzähnen im Oberkiefer und an metallischen Hooks auf den ersten Molaren im Unterkiefer eingehängt.

## Gruppe 3

Als 3. und letzte Gruppe sind Befunde einzuordnen, die nur von erfahrenen Kieferorthopäden unter Einbindung von weiteren Techniken in Kombination mit dem Invisalign-System angewendet werden sollten. Hierzu zählen u. a. der Lückenschluss nach Extraktion von Prämolaren unter Einbindung einer vorhergehenden Teilbracketapparatur in den Therapieverlauf, Überstellen eines posterioren Kreuzbisses mithilfe von Knöpfchen und Criss-Cross-Elastics, Schließen eines offenen Bisses [7] und die Derotation von sehr stark gedrehten Prämolaren und Eckzähnen, ebenfalls unterstützt durch Gummizüge oder eine Teilbracketapparatur.

**Die Erfahrung**, die bei der Behandlung mit dem Invisalign-System in den letzten Jahren von vielen Kieferorthopäden gesammelt werden konnte, zeigt, dass leichte bis moderate Engstände, gekippt stehende Zähne und Lücken im anterioren Kieferbereich unproblematisch behandelt werden können. Im Rahmen einer kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Therapie kann das Invisalign-System prä- und postoperativ angewandt werden.

### ■ CMD

Die kranio-mandibuläre Dysfunktion ist ein weiterer komplexer Befund, der mit einer 2-phasigen Invisalign-Behandlung in Kombination mit einer sog. kranio-mandibulären orthopädischen Positionierungsapparatur – kurz COPA-Onlays – in vielen Fällen zu Funktionsverbesserung und Schmerzlinderung führen kann [8,9].

### ■ Ästhetik bei parodontal vorgeschädigten Zähnen

Bei parodontal vorgeschädigten Zähnen mit Attachmentverlust, divergierender Wurzelstellung oder bei

ungünstiger Zahnform ist es möglich, störende schwarze Dreiecke in den Interdentalräumen mittels approximaler Schmelzreduktion (ASR) und Schienentherapie zu verringern oder ganz zu beseitigen. Dabei sollte das Ausmaß der ASR genau an die Anatomie eines Zahnes angepasst und bedacht werden und es sollte sich an wissenschaftlich bestätigte Grenzen der Schmelzreduktion gehalten werden [10, 11].

### Schmelzreduktion

Die Schmelzreduktion kann mit diamantierten Finierstreifen, rotierenden Diamantscheiben, dünnen diamantierten Schleifkörpern oder oszillierenden Diamantstreifen durchgeführt werden.

### ■ Zusätzliche Invisalign-Therapieprogramme

Einfache Stellungsanomalien können durch eine reduzierte Invisalign-Behandlung, dem sog. Invisalign-Lite-Programm, behoben werden. Für Kinder und Jugendliche gibt es die Möglichkeit, eine Therapie mit dem Invisalign-Teen-Programm umzusetzen. Vorteil dieser Methode, im Vergleich zur normalen Invisalign-Behandlung, ist ein Farbindikator im posterioren Bereich des Aligners, der sowohl dem jungen Patienten als auch dem Kieferorthopäden ein Feedback zur geforderten täglichen Tragezeit von 22 h gibt.

### Attachments

Bei nahezu jeder Invisalign-Behandlung sind die bereits erwähnten Attachments zur Verankerung notwendig. In der ClinCheck-Software können diese in verschiedenster Form und Größe auf den Zähnen positioniert

Abb. 6 Workflow der Invisalign-Behandlung von der Diagnostik bis zur Retentionsphase.



### Behandlungsmöglichkeiten mit dem Invisalign-System

- Angulation/Deangulation
- Derotation
- Engstandauflösung
- Expansion
- Kreuzbissüberstellung (nicht beim endständigen Molar)
- Intrusion/Extrusion
- Reklination/Proklination
- Anpassen eines gingivalen Niveaus
- Aufrichtung von Molaren (ohne absoluten Torque)
- Lückenschluss (auch nach Extraktion)
- Klasse-II-Behandlungen (evtl. mit Distalizer-Vorbehandlung)
- CMD (in Kombination mit COPA-Onlays)
- Kinder- und Jugendbehandlungen

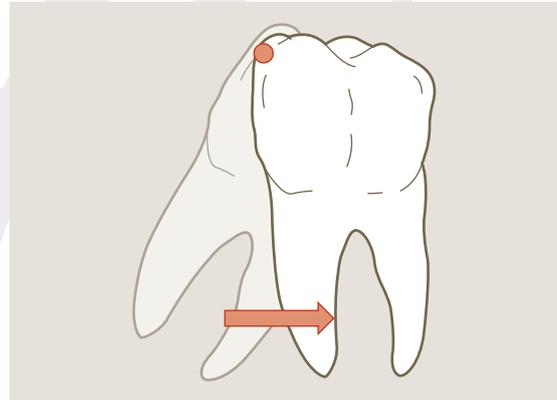


Abb. 7 Aufrichtung durch reine Wurzelbewegung. Diese Bewegung kann mit dem Invisalign-System nur ungenügend umgesetzt werden. Hierzu wäre eine Teilbracketapparatur als ergänzende Maßnahme in die Therapie mit einzubeziehen.

und im Anschluss beim Schienen-Insert mittels Kunststoff und Übertragungsschiene, dem sog. Template, auf die Zähne aufgebracht werden. Der Behandlungsverlauf muss durch regelmäßige Kontrollen, etwa alle 4–6 Aligner, überwacht werden.

### Midcourse Correction

Bei Abweichungen im Verlauf der geplanten Therapie kann durch den behandelnden Kieferorthopäden eine Korrektur (Midcourse Correction) eingeleitet werden (Abb. 6).

**Merke:** Feineinstellungen und Korrekturen im Verlauf der Behandlung sind durch ein Refinement oder eine Midcourse Correction möglich.

### Grenzen der Invisalign-Behandlung

Befunde, die durch eine alleinige Schienentherapie nicht vollständig therapiert werden können, kommen im Praxisalltag ebenfalls vor. Die Therapie sollte daher mit einer Teilbracketapparatur ergänzt werden. Zu diesen Befunden zählen:

- Aufrichtung von gekippten Molaren mit ausschließlicher Wurzelbewegung (Abb. 7)
- Mesialisierung von endständigen Molaren um mehr als 2,5 mm
- Mesialisierung aller Prämolaren und Molaren
- absoluter Torque

## Patient 1: Lückenschluss 14 mit dem Invisalign-System ohne Teilbracketapparatur

**Diagnose**

Eine 44-jährige Patientin wurde mit einer Klasse-II- rechts sowie einer Klasse-I-Verzahnung links in unserer Praxis vorstellig. Außerdem konnten kieferorthopädisch folgende Diagnosen festgestellt werden: asymmetrischer Zahnbogen im Oberkiefer, Eckzahnaußenstand rechts, Rotation 14 mit Aufwanderung der oberen rechten Seitenzähne. Ein anteriorer Engstand im Unterkiefer und ein pathologischer Frontzahnkontakt waren ebenfalls klinisch ersichtlich. Die montierte Situation im Artikulator zeigte deutlich den pathologischen Frontzahnkontakt in Regio 11, 21, 22/32, 31, 41. Das OPTG zeigte ein konservierend und prothetisch versorgtes Gebiss mit

diversen Füllungen bzw. Kronen und Wurzelfüllungen, wobei sich die Wurzelfüllungen an den Zähnen 21, 24 und 36 als insuffizient erwiesen. Die kieferorthopädische Behandlung wurde von uns nach ausführlicher Anamnese und Diagnostik in Absprache mit der Patientin geplant. Vor dem Behandlungsbeginn wurden die insuffizienten Wurzelfüllungen durch einen Endodontologen (Dr. Carsten Appel, Niederkassel) revidiert und der elongierte Zahn 28 entfernt (Abb. 8).

**Therapie**

Als Therapie wurde von uns die Extraktion des Zahnes 14 mit anschließendem Lückenschluss ohne Teilbracketapparatur zur Einstellung einer gesicherten Klasse-I-Verzah-

nung beidseits geplant. Außerdem wurden im Laufe der Therapie die Zahnbögen im Ober- und Unterkiefer harmonisch geformt, der rechte Eckzahn wurde in den oberen Zahnbogen eingegliedert. Im Unterkiefer wurde der anteriore Engstand mittels ASR aufgelöst und der pathologische Frontzahnkontakt durch die Nivellierung der Speekurve mit Intrusion der unteren Front- und Eckzähne und Extrusion der unteren Prämolaren beseitigt. Um diese Behandlung mit dem Invisalign-System umsetzen zu können, wurden von uns Attachments auf den Zähnen 16, 15, 13, 23–25, 33–35 und 43–45 zur Verankerung geklebt (Abb. 9).

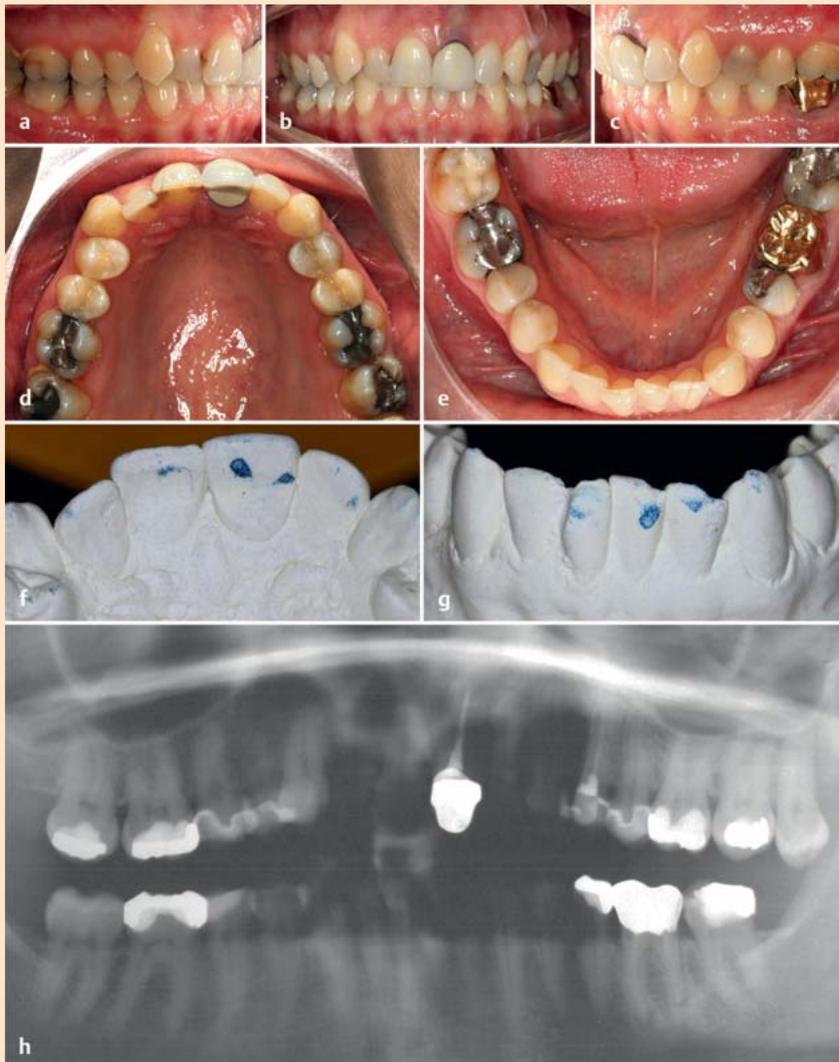


Abb. 8 a–e Intraorale Situation vor Behandlungsbeginn. f, g Die montierten Gipsmodelle bei Behandlungsbeginn zeigen eindeutig den pathologischen Frontzahnkontakt Regio 11, 21, 22/32, 31, 41. h Das OPTG bei Behandlungsbeginn zeigt insuffiziente endodontologische Versorgungen an den Zähnen 21, 24 und 36 sowie einen in Supraposition stehenden Zahn 28.

**Patient 1: Lückenschluss 14 mit dem Invisalign-System ohne Teilbracketapparatur (Fortsetzung)**



**Ergebnis**

Am Ende der Behandlung zeigte sich ein vollständiger Lückenschluss Regio 14, eine gesicherte Klasse-I-Verzahnung der Eckzähne beidseits und eine funktionelle Front- und Eckzahnbeziehung. Das Behandlungsergebnis wird im Oberkiefer durch eine herausnehmbare Schiene und im Unterkiefer durch einen festsitzenden Lingualretainer von 33–43 gehalten (Abb. 10).

Abb. 9 a–e Intraorale Situation bei Beginn der Invisalign-Therapie. f OPTG bei Behandlungsbeginn mit Invisalign. Die Wurzelfüllungen an den Zähnen 21, 24 und 36 wurden revidiert und der elongierte Weisheitszahn 28 extrahiert. Die Extraktion des Zahnes 14 zwecks Platzgewinnung steht noch aus.



Abb. 10 a Ende rechts. b Ende frontal. c Ende links. d Ende OK. e Ende UK. f OPTG Ende.

## Funktionskieferorthopädie und Invisalign

Die Funktionskieferorthopädie (FKO) als vorangehende Behandlung der Invisalign-Behandlung bei Kindern und Jugendlichen bringt bei manchen Fällen Vorteile mit sich. Es können durch das Tragen eines funktionskieferorthopädischen Gerätes skelettale Anomalien abgeschwächt werden. McNamara untersuchte dies schon an Rhesusaffen im Jahre 1973 und kam ebenfalls zu diesem Ergebnis [12]. Grundsätzlich wirkt sich insbesondere der Funktionsregler als FKO-Gerät auf die zirkumorale Weichteilkapsel, die Muskulatur und den Knochen aus. Roux beschreibt in seinen Veröffentlichungen über die funktionelle Orthopädie deren Wirkung als das Erlernen neuer Funktionsmuster. Obwohl dies in der internationalen Literatur kontrovers diskutiert wird, scheint es im gesamten Gesichtsschädel sowohl skelettal als auch dentoalveolär in gewissen Grenzen möglich zu sein, die Morphologie des Wachstums zu leiten bzw. in ihrer Wachstumsrichtung zu ändern [13, 14]. Roux beschreibt dies mit „form follows function“. Zuerst sollten neuromuskuläre Dysfunktionen mit abwegigen Funktionsmustern beseitigt werden [15], gefolgt von einer möglichst orthopädischen Einstellung des Unterkiefers zum Oberkiefer mit anschließender Korrektur dentaler Komponenten [9]. Sind die ersten beiden Punkte mit der FKO-Therapie individuell zusätzlich mit myofunktionaler Therapie erreicht, kann mit einer dentalen Korrektur durch das Invisalign-System begonnen werden.

**Merke:** Die Behandlungszeit mit dem Invisalign-System kann durch eine vorherige FKO-Behandlung reduziert werden, da skelettale Befunde bereits vor der Invisalign-Behandlung abgeschwächt/harmonisiert werden.

## Zusammenfassung

Die Schienentherapie am Beispiel des Invisalign-Systems ist inzwischen eine anerkannte Methode in der Kieferorthopädie (s. auch Stellungnahme der DGKFO von 2010 [16]). Nicht nur leichte und moderate Befunde wie Engstände und Kippungen von Zähnen können hiermit therapiert werden, sondern auch komplexere Befunde wie ein offener Biss, die CMD oder der Lückenschluss nach Extraktionen können in manchen Fällen in Kombination mit Gummizügen oder Teilbracketapparaturen zu einem guten Behandlungsergebnis führen. Hierbei ist jedoch die genaue Kenntnis des Systems mit ihren Möglichkeiten und Grenzen durch den Kieferorthopäden, aber auch die Compliance des Patienten von maßgebender Bedeutung. Aligner-Methoden sind gemäß Stellungnahme der DGKFO deshalb nur gut ausgebildeten Behandlern zu empfehlen, die in Diagnostik und Therapie das gesamte kieferorthopädische Spektrum beherrschen.

## Patient 2: FKO-Behandlung mit anschließender Invisalign-Therapie

**Diagnose**

Ein 8-jähriges Mädchen wurde in Begleitung ihrer Eltern in unserer Praxis vorgestellt. Aus funktioneller Sicht zeigte sich klinisch ein infantiles Schluckmuster und ein Dauermenlutsch-Habit, beides wurde zeitgleich durch einen Myofunktionstherapeuten behandelt. Kieferorthopädisch konnte im frühen Wechselgebiss bez. der Bisslage eine dentale und skelettale Klasse II und ein offener Biss festgestellt werden. Ein transversal unterentwickelter Kiefer mit prokliniert und rotiert stehender Front und Zahnachsenabweichung sowie diversen Dreh- und Kippständen im Oberkiefer und ein Engstand mit retrudiert stehenden Frontzähnen, Dreh- und Kippständen sowie eine Mittellinienabweichung nach links im Unterkiefer waren ersichtlich.

**Therapie**

Als Therapie der Wahl führten wir eine Frühbehandlung mittels Funktionsregler I nach Fränkel durch (Abb. 11). Im Anschluss an die Frühbehandlung mit einem herausnehmbaren FKO-Gerät folgte abschließend eine Invisalign-Behandlung zur Feineinstellung der Zähne und der Okklusion. Zu diesem Zeitpunkt waren bei der Patientin folgende Diagnosen vorzufinden: eine rekliniert stehende Front, diverse Rotationen und Kippungen, v. a. aber der Zähne 35 und 45, fehlende Parallelität der Zahnachsen, ein pathologischer Frontzahnkontakt sowie ein Kopfbiss in Regio 15/45. Die Bisslage wurde durch das Tragen des FKO-Gerätes erfolgreich in eine dentale und skelettale Klasse I korrigiert. Um ein funktionell und ästhetisch perfektes Ergebnis zu erhalten wurden von uns Attachments auf den Zähnen 12, 13, 23, 33, 34 und 43–45 geklebt. Das OPTG zeigte ein kariesfreies, permanentes Gebiss mit Anlage der Weisheitszähne 18, 28 und 38 (Abb. 12).

**Ergebnis**

Bei Abschluss der Behandlung zeigten sich harmonisch ausgeformte Zahnbögen im Ober- und Unterkiefer mit derotierten und achsengerechten Zahnstellungen, eine funktionelle Front- und Eckzahnbeziehung sowie eine gesicherte Klasse-I-Verzahnung beidseits. Als Retentionsgerät haben wir uns in Absprache mit der Patientin für eine Retentionsschiene im Oberkiefer und einen Lingualretainer von 33–43 im Unterkiefer entschieden. Zurzeit wird die Retentionsschiene im Oberkiefer nachts und 3–4 h am Tag getragen. Nach einem Jahr wird sich die Tragezeit bei guter Mitarbeit allein auf die Nacht beschränken. Abschließend wurde von uns die Entfernung der Weisheitszähne 18, 28 und 38 angeraten (Abb. 13).



Abb. 11 a–e Intraorale Situation bei Behandlungsbeginn mit funktionskieferorthopädischem Gerät nach Fränkel.

## Patient 2: FKO-Behandlung mit anschließender Invisalign-Therapie (Fortsetzung)



Abb. 12 a–e Intraorale Situation bei Beginn der Invisalign-Behandlung. f OPTG.



Abb. 13 a–e Intraorale Situation bei Behandlungsende und Beginn der Retentionsphase. f OPTG nach Ende der Behandlung.

## Literatur

- 1 Kesling HD. The philosophy of the tooth positioning appliance. American Journal of Orthodontics and Oral Surgery 1945; 31: 297–304
- 2 Miethke RR. Zur Geschichte der Alignertherapie. Kieferorthopädie Nachrichten 2012; 10: 1, 6–8
- 3 Nedwed V, Miethke RR. Motivation, acceptance and problems of Invisalign patients. J Orofac Orthop 2005; 66: 162–173
- 4 Brauner K, Miethke RR. A comparison of the periodontal health of patients during treatment with the Invisalign® system and with fixed lingual appliances. J Orofac Orthop 2007; 68: 223–231
- 5 Schupp W, Haubrich J. Möglichkeiten und Grenzen der Invisalign Therapie. Quintessenz 2010; 61: 951–962
- 6 Schupp W, Haubrich J, Neumann I. Class II Correction with the Invisalign System. J Clin Orthod 2010; 44: 28–35
- 7 Schupp W, Haubrich J et al. Treatment of anterior open bite with the invisalign system. J Clin Orthod 2010; 44: 501–507
- 8 Schupp W, Haubrich J et al. Invisalign treatment of patients with craniomandibular disorders. Int Orthod 2010; 8: 253–267
- 9 Boisserée W, Schupp W. Kraniomandibuläres und muskuloskelettales System. Berlin: Quintessenz; 2012: Kap. 20, 284 ff.
- 10 Fillion D. Zur approximalen Schmelzreduktion in der Erwachsenenkieferorthopädie. Teil 1: Anatomische und parodontale Gesichtspunkte. Inf Orthod Kieferorthop 1995; 27: 47–63
- 11 Fillion D. Zur approximalen Schmelzreduktion in der Erwachsenenkieferorthopädie. Teil 2: Vor- und Nachteile der approximalen Schmelzreduktion. Inf Orthod Kieferorthop 1995; 27: 64–90
- 12 McNamara jr. JA. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. American Journal of Orthodontics 1973; 64: 578–606
- 13 Roux W. Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig: W. Engelmann; 1985
- 14 Fränkel R, Fränkel C. Clinical implication of Roux's concept in orofacial orthopedics. Fortsch Kieferorthop 2001; 62: 1–21
- 15 Köbel C, Fränkel C, Lux CJ. Der Funktionsregler nach Fränkel Typ FR-3. Kieferorthopädie 2012; 26: 33–43
- 16 Stellungnahme der DGKFO zur Behandlung mit Alignern. Stand Januar 2010 [Verfasser: G. Göz]

## Über die Autoren

### Dr. med. dent. Werner Schupp



Studium der Zahnheilkunde in Münster mit Abschluss 1985, 1986 Promotion, 1987–1989 Facharztweiterbildung Kieferorthopädie an der Westfälischen Wilhelms Universität Münster, 1989 Facharzt für Kieferorthopädie, Mitarbeit in der kieferorthopädischen Praxis Dr. D. E. Toll, D. D. S. (USA).

Seit 1990 niedergelassen als Facharzt für Kieferorthopädie in Köln, Buchveröffentlichung „Funktionslehre in der Kieferorthopädie“ 1993 und „Kraniomandibuläres und Mus-

kuloskelettales System“ 2012. Referententätigkeit in Europa, Brasilien, USA, und China. Zertifizierter Anwender der Invisalign-Behandlungsmethode, Platinum Elite Arzt und Mitglied „Clinical Education Council“ von Invisalign. Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Aligner Orthodontie (DGAO). Zertifizierte Ausbildung in Manueller Medizin und Osteopathie für Kieferorthopäden (DGMM/IUK). Rubrikherausgeber Manuelle Medizin und Kieferorthopädie (Springer Verlag). Visiting Professor, University of Ferrara, Italy. Visiting Professor, Capital Medical University, Beijing, P. R. China.

### Dr. med. dent. Julia Haubrich



1996–2001 Studium der Zahnheilkunde an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau. 2002–2003 Allgemeinzahnärztliche Tätigkeit in München und Karlsruhe. 2002 Promotion. 2003–2006 Facharztweiterbildung Kieferorthopädie Praxis Dr. Schupp in Köln und an der Charité in

Berlin. 2007 Fachärztin für Kieferorthopädie. Seit 2007 angestellte Fachärztin für Kieferorthopädie in der Praxis Dr. Schupp und Dr. Talebloo, Köln. Zertifizierte Anwenderin der Invisalign-Behandlungsmethode. Mitglied „Clinical Education Council“ von Invisalign. Vorstandsmitglied und Tagungspräsidentin der Deutschen Gesellschaft für Aligner Orthodontie (DGAO). Koautorin Buchveröffentlichung „Kraniomandibuläres und Muskuloskelettales System“ 2012.

### Dr. med. dent. Elisabeth Hermens



2005–2010 Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. 2010 Ausbildung zur Laserschutzbeauftragten, Aachener Arbeitskreis für Laserzahnheilkunde. 2011 Promotion. 2011–2012 allgemeinzahnärztliche Tätigkeit in Bonn. Seit 2012 Facharztweiterbildung

Kieferorthopädie Praxis Dr. Schupp, Dr. Talebloo und Dr. Haubrich. 2012 Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO).

### Korrespondenzadresse

Dr. med. dent. Werner Schupp  
Visiting Professor  
Praxis für Kieferorthopädie  
Hauptstraße 50  
50966 Köln  
Telefon: 02 21/9353020  
Fax: 0221/93530220  
E-Mail: praxis@schupp-ortho.de