

Informationen aus Orthodontie & Kieferorthopädie

Informationen aus Orthodontie und Kieferorthopädie

Begründet von

Ernst Hösl †
Rolf Diernberger
Peter Grosse

Verantwortlicher Heftherausgeber

Hans-Peter Bantleon, Wien

Verlag

Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
www.thieme.de/iok
www.thieme-connect.de

Herausgegeben von

Hans-Peter Bantleon, Wien
(federführend)
Adriano Crismani, Innsbruck (Österreich)
Rolf Diernberger, München
Peter Grosse, Augsburg
Thomas Hofmann, Regensburg
Christos Katsaros, Bern (Schweiz)
Roland Männchen, Winterthur (Schweiz)
Lorenz Moser, Bozen (Italien)
Ravindra Nanda, Farmington (Conn.)
Ib Leth Nielsen, San Francisco (Calif.)
Niko Schepp, Aalen
Frank Weiland, Deutschlandsberg (Österr.)
Dirk Wiechmann, Bad Essen

Für die Stichwort-Recherche steht unseren Lesern die Online-Datenbank unter www.thieme-connect.de/ejournals zur Verfügung

41. Jahrgang 2009

Sonderdruck

© Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York

Nachdruck nur mit
Genehmigung des Verlages

Kieferorthopädische Behandlungen mit einem neuen Twin-Aligner-System (Orthocaps®)

Orthodontic Treatment Using a New Twin Aligner System (Orthocaps®)

Autor

W. Khan

Schlüsselwörter

- Orthocaps
- softoCaps
- hardCaps
- thermoplastische Schienen
- Elastizitätsmodul
- FRS-Analyse

Key words

- Orthocaps
- softoCaps
- hardCaps
- thermoplastic appliances
- modules of elasticity
- cephalometric analysis

Zusammenfassung

Thermoplastische Kunststoffschienen werden seit Jahrzehnten in der Kieferorthopädie verwendet, hauptsächlich als Retentionsschienen oder für die Behandlung geringfügiger Zahnfehlstellungen. Seit der Einführung des Invisalign®-Systems im Jahr 1997, stieg die Bereitschaft, Behandlungen unterschiedlicher Malokklusionen mit herausnehmbaren, thermoplastischen Schienen durchzuführen. Mit zunehmender klinischer Erfahrung wird deutlich, dass die Auswahl der Kunststoffe zur Herstellung der Schienen und eine sorgfältige Behandlungsplanung am meisten zum Behandlungserfolg beitragen. Das Orthocaps®-System ist so konzipiert, dass diese Faktoren besonders berücksichtigt werden. Die thermoplastischen Materialien werden daher den Anforderungen der Behandlung angepasst ausgewählt. Die Auswahl der Kunststoffe sowie präzise Zahnbewegungen gewährleisten den Einsatz leichter Kräfte während des Behandlungsprozesses. Behandlungsergebnisse von Patienten, die mit Orthocaps® behandelt wurden, belegen, dass die grundlegenden Konzepte der modernen Kieferorthopädie z. B. leichte Kräfte, Bewegungsgeschwindigkeit und Kontrolle, auch mit Schienenbehandlungstechniken ihre Gültigkeit behalten.

Einleitung

Seit über 87 Jahren werden in der Kieferorthopädie Zahnbewegungen unter Einsatz von herausnehmbaren Apparaturen wie Positionern oder Kunststoffschienen durchgeführt. 1997 setzte die amerikanische Firma Align Technology bereits existierende Technologien wie Stereolithografie und Destructive Scanning ein, um eine Vielzahl von Korrekturschienen (Alignern) herzustellen. Seit 1997 ist damit das Invisalign®-System die

Abstract

Thermoplastic overlay appliances have been used in orthodontics for decades. These appliances were mainly used as retainers or for the correction of minor tooth discrepancies. Since the introduction of the Invisalign® system in 1997, clinicians have been willing to treat a variety of malocclusions with removable thermoplastic appliances. As more and more clinical experience is gathered in these techniques, it is becoming evident that the selection of suitable materials for the fabrication of these appliances together with sound treatment planning are of utmost importance for a successful outcome. The Orthocaps® system is designed to fulfill these issues. The thermoplastic materials are thus selected according to treatment requirements. The choice of materials together with precise tooth movement ensure that light forces are used throughout the treatment process. Results obtained after treating cases with Orthocaps® clearly indicate that the underlying concepts of modern orthodontic theory e.g. light forces, rate (velocity) of tooth movement and adequate control, also hold true for treatment techniques using thermoplastic overlay appliances.

bekannteste und am meisten verbreitete Methode zur kieferorthopädischen Zahnbewegung mit thermoplastischen Kunststoffschienen (Alignern).

Am 21. Juli 1923 stellte Remensnyder seine Kautschuk-Apparatur Flex-O-Tite vor, mit der kleinere kieferorthopädische Zahnbewegungen möglich waren. Diese Apparatur wurde 1928 von Remensnyder patentiert und später als „Orthodontic Appliance“ in einem zweiten Patent beschrieben.

Bibliografie

DOI 10.1055/s-0029-1224567
 Inf Orthod Kieferorthop 2009;
 41: 175–182
 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York ·
 ISSN 0022-0336

Korrespondenzadresse

Dr. Wajeeh Khan
 Fachzahnarzt für
 Kieferorthopädie
 Oststraße 29 b
 59065 Hamm
 Tel.: 023 81 / 972 26 45
 Fax: 023 81 / 972 26 46
 info@orthocaps.de

Im Jahre 1945 veröffentlichte Kesling in einem bedeutenden Artikel mit dem Titel „The Philosophy of the Tooth Positioning Appliance“ [1] den Herstellungsprozess eines Positioners mittels Setups.

Robert Ponitz [16] erläuterte im Jahre 1971 in einem Artikel „Invisible Retainers“ eine neue Methode, bei der thermoplastische Kunststoffe wie Polyethylen oder Polyurethan nach Erwärmung in einem Vakuumtiefziehverfahren zur Herstellung von Schienen verwendet wurden. Diese Schienen (invisible retainers) konnten als Retentionsschienen sowie als Feinkorrekturschienen nach einer kieferorthopädischen Behandlung verwendet werden.

James McNamara widmete in seinem Buch Orthodontic Treatment in the Mixed Dentition, welches 1989 veröffentlicht wurde, ein gesamtes Kapitel dem Thema der Zahnbewegungen mit Kunststoffschienen (invisible retainers) und beschrieb erstmals den Vorgang sequenzieller kleinerer Zahnbewegungen anhand einer Mehrzahl von Schienen.

Orthodontische Kraft

Zahlreiche Studien von Begg, Burstone, Proffit, McNamara, Davidovitch und anderen haben bewiesen, dass der Einsatz leichter orthodontischer Kräfte und kontrollierter Zahnbewegungen die wichtigsten Faktoren in jeder kieferorthopädischen Behandlung sind. Diese Prinzipien sind auch in allen Behandlungsarten mit herausnehmbaren Schienen äußerst wichtig.

Das Orthocaps-System

Leichte orthodontische Kräfte zusammen mit kontrollierten Zahnbewegungen sind deswegen die Grundprinzipien des Orthocaps-Systems. Durch die Verwendung weicher thermoplastischer Materialien, kann die orthodontische Kraft niedrig gehalten und der Aktivierungsbereich der Apparatur erweitert werden. Diese Art der Kraftapplikation resultiert in einer kontinuierlichen leichten Krafteinwirkung. Durch den großen Aktivierungsbereich kann im Vergleich zu Schienen aus harten Materialien die Anzahl der benötigten Behandlungsschienen und Behandlungsschritte reduziert werden. Zur Umsetzung leichter Kräfte und kontrollierter Zahnbewegungen, benutzt das Orthocaps-System eine Kombination aus weichen und harten Schienen (CAPS). Die weichen Schienen, die so genannten softCAPS, werden nachts, die dünneren harten Schienen hardCAPS werden tagsüber getragen. Diese Kombination der thermoplastischen Kunststoffschienen und der Einsatz spezieller Composite Buttons (Attachments) ermöglichen Zahnbewegungen die mit herkömmlichen Schienensystemen nur schwierig zu realisieren sind.

Orthocaps-Schienen (softCAPS)

Wegen der unterschiedlichen Materialeigenschaften der zu verwendenden Kunststoffe ist die Auswahl der Materialien für die Herstellung der Schienen von großer Bedeutung. Kunststoffe mit niedrigem Elastizitätsmodul sind flexibler als solche mit höherem Elastizitätsmodul. Die Kraftübertragung der Schienen aus flexibleren Materialien ist deshalb geringer als die von Schienen, die aus härteren Materialien bestehen.

Die folgende Tabelle (☞ **Tab. 1**) zeigt die unterschiedlichen Elastizitätsmodule der am häufigsten verwendeten thermoplastischen Kunststoffe.

Tab. 1 Elastizitätsmodule thermoplastischer Kunststoffe.

Kunststoff	Elastizitätsmodul (Mpa)
Polymethylmethacrylat (PMMA)	3200
Polycarbonat (PC)	2400
Polyethylenterephthalat (PET-G, PET, PETE)	2000
Polyurethan (PU, TPU)	170
Ethylvinylacetat (EVA)	20
Polypropylen (PP)	890
Polyethylene (PE)	175
Styrol-Butadien-Styrol (SBS)	1875

Für die Herstellung der softCAPS werden folgende thermoplastische Kunststoffe verwendet:

- ▶ Ethylvinylacetat (EVA),
- ▶ Polyurethan (TPU) in Kombination mit Polycarbonat (PC),
- ▶ Polyurethan (TPU) in Kombination mit Polyethylenterephthalat (PET),
- ▶ Ethylvinylacetat (EVA) in Kombination mit Styrol-Butadien-Styrol (SBS).

Diese Materialien sind in unterschiedlichen Stärken verfügbar. Die Auswahl der Schienenmaterialien hängt von dem jeweiligen Behandlungsfall und den notwendigen Zahnbewegungen ab.

Composite Buttons (Attachments)

Die Verwendung von Composite Buttons (Attachments) und deren Lokalisation, Anzahl und Form hängt in erster Linie von der Art der gewünschten orthodontischen Zahnbewegung ab. Die Intrusion der Inzisivi benötigt typischerweise Attachments auf den Prämolaren zur Stabilisierung der Schiene, dagegen ist die Extrusion eines Zahnes oder einer Zahngruppe ohne Attachments auf den zu bewegenden Zähnen fast unmöglich.

Behandlungssequenzen

Orthocaps stellt für jeden Behandlungsschritt eine weiche (softCAPS) und eine harte (hardCAPS) Schiene her. Ein Behandlungsschritt dauert in der Regel 3–4 Wochen. Während dieser Zeit werden die softCAPS nachts und die hardCAPS tagsüber getragen. Um die orthodontische Kraft niedrig zu halten, werden in der Regel in der ersten Behandlungswoche jedes Behandlungsschritts nur die softCAPS getragen. Die Anzahl der Behandlungsschritte hängt von der jeweiligen Behandlung und den notwendigen Zahnbewegungen ab.

Fallbeispiele

Fall 1 – Klasse II/1 mit dentoalveolärem Tiefbiss

Eine 14-jährige Patientin stellte sich zur kieferorthopädischen Behandlung vor. Die Patientin lehnte eine Extraktionstherapie sowie eine Behandlung mit festsitzender Apparatur ab. Die intraorale Untersuchung zeigte eine Klasse-II/1-Okklusion mit Tiefbiss (☞ **Abb. 1**).

Die FRS-Analyse (☞ **Abb. 2a, b**) ergab eine skelettale, mandibuläre Retrognathie mit bimaxillärer alveolärer Protrusion. Der Overbite betrug 4 mm, der Overjet 6 mm.



Abb. 1 a–c Anfangsbefund.

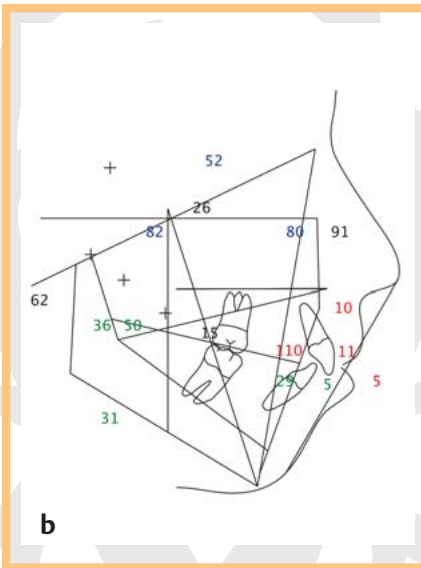
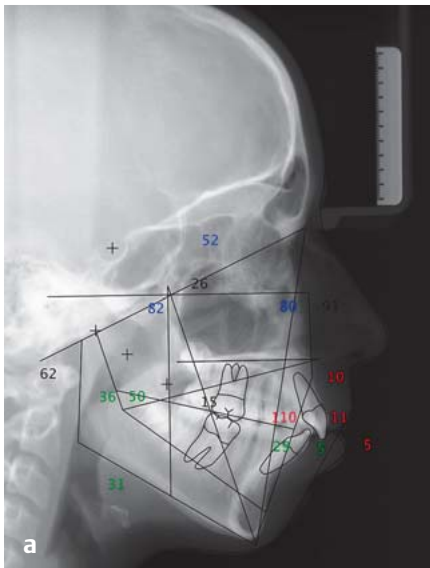


Abb. 2 a FRS-Anfangsbefund, b FRS-Analyse: Anfangsbefund.

Behandlungsziele

Im Behandlungsplan wurden folgende Ziele festgelegt:

- ▶ Transversale Erweiterung im Oberkiefer zur Platzbeschaffung,
- ▶ Reklinieren, Intrudieren und Torquen der oberen Inzisivi,
- ▶ Reklinieren und Aufrichten der unteren Inzisivi,
- ▶ Verbesserung des Lippenprofils,
- ▶ Dento-alveoläre Kompensation einer skelettalen Dysgnathie mit Klasse-II-Mechanik (Gummizüge) zur Einstellung einer Klasse-I-Okklusion.

Behandlungsapparatur

Für die 1. Behandlungsphase (Behandlungsschritte 1–8) wurde folgende Apparatur ausgewählt:

- ▶ softoCAPS: Polyurethan (TPU) in Kombination mit Polycarbonat (PC), Gesamtstärke 1,8 mm,
- ▶ hardCAPS : Polyethylenterephthalat (PET-G) Stärke 0,8 mm.

Für die 2. Behandlungsphase (Behandlungsschritte 9–13) wurde folgende Apparatur ausgewählt:

- ▶ softoCAPS: Polyurethan in Kombination mit Polyethylenterephthalat (PET-G), Gesamtstärke 2 mm
- ▶ hardCAPS : Polyethylenterephthalat (PET-G) Stärke 1 mm.

Behandlungsverlauf

1. Behandlungsphase (Behandlungsschritte 1–8): Die Patientin wurde angewiesen, nur die softoCAPS nachts zu tragen. Nach einer

Tragezeit von 2 Wochen sollte die Patientin die hardCAPS jetzt auch zusätzlich tagsüber tragen. Die gesamte Tragezeit für den ersten Behandlungsschritt betrug 4 Wochen. Die Behandlungssequenz für alle anderen Behandlungsschritte blieb gleich. Die Aktivierung pro Behandlungsschritt lag zwischen 0,4 und 0,6 mm. Nach dieser Behandlungsphase wurden neue Abdrücke genommen, um die intraorale Situation mit dem Setup-Modell zu vergleichen.

2. Behandlungsphase (Behandlungsschritte 9–13): Zur Korrektur der Klasse-II-Okklusion wurden in der zweiten Behandlungsphase zusätzlich Klasse-II-Gummizüge angewandt. Für diese Gummizüge wurden Composite Attachments an den oberen Eckzähnen und unteren ersten Molaren angebracht (▶ Abb. 3). Die Gummizüge wurden nur tagsüber zusammen mit hardCAPS getragen. Die gesamte Behandlungsdauer betrug 13 Monate.

Ergebnisse

Aufgrund der hervorragenden Mitarbeit der Patientin wurden die im Behandlungsplan festgelegten Ziele weitgehend erreicht. Die Beurteilung der Abschlussunterlagen zeigten folgende Resultate:

Eine stabile Klasse-I-Okklusion wurde erreicht (▶ Abb. 4). Overjet und Overbite wurden reduziert und das Lippenprofil deutlich verbessert (▶ Abb. 5). Die oberen Inzisivi wurden intrudiert, die unteren Frontzähne aufgerichtet.



Abb. 3 a-c Klasse-II-Gummizüge mit hardCAPS.



Abb. 4 a-c Abschlussbefund.

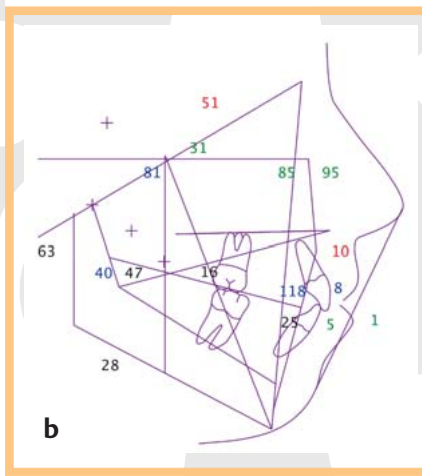
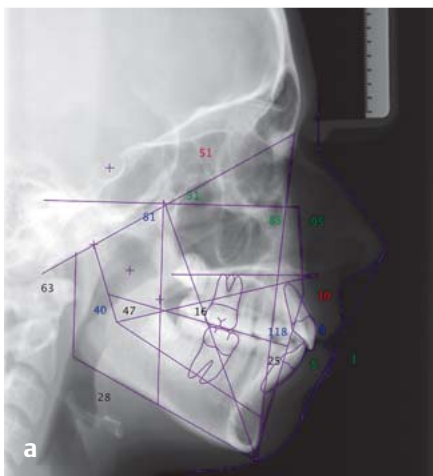


Abb. 5 a, b FRS-Analyse (Abschlussbefund).

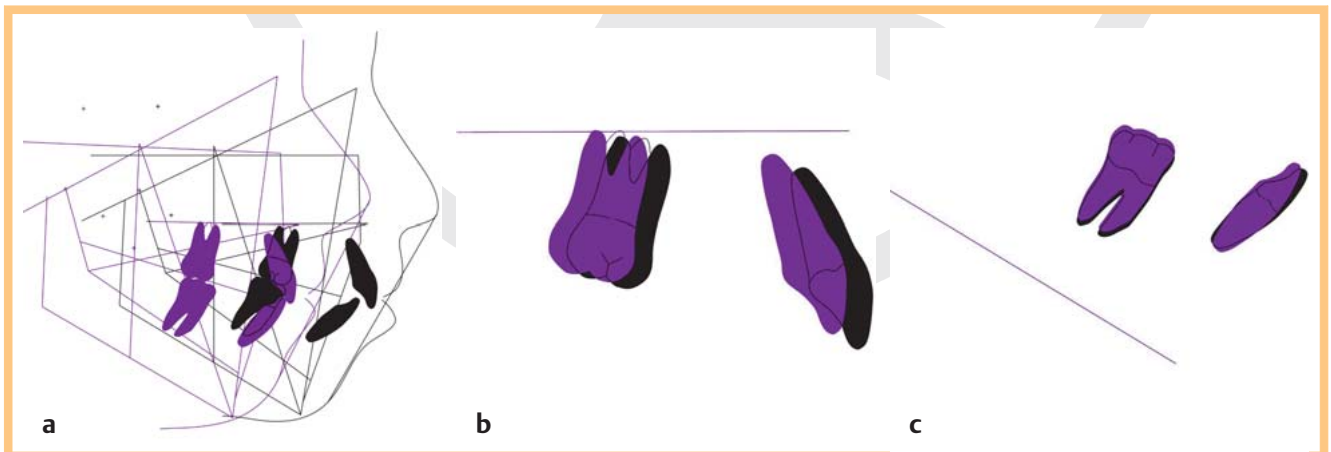


Abb. 6 a-c FRS-Überlagerungen: Anfangsbefund (schwarz) und Abschlussbefund.

Sonderdruck für private Zwecke des Autors

Sonderdruck für private Zwecke des Autors

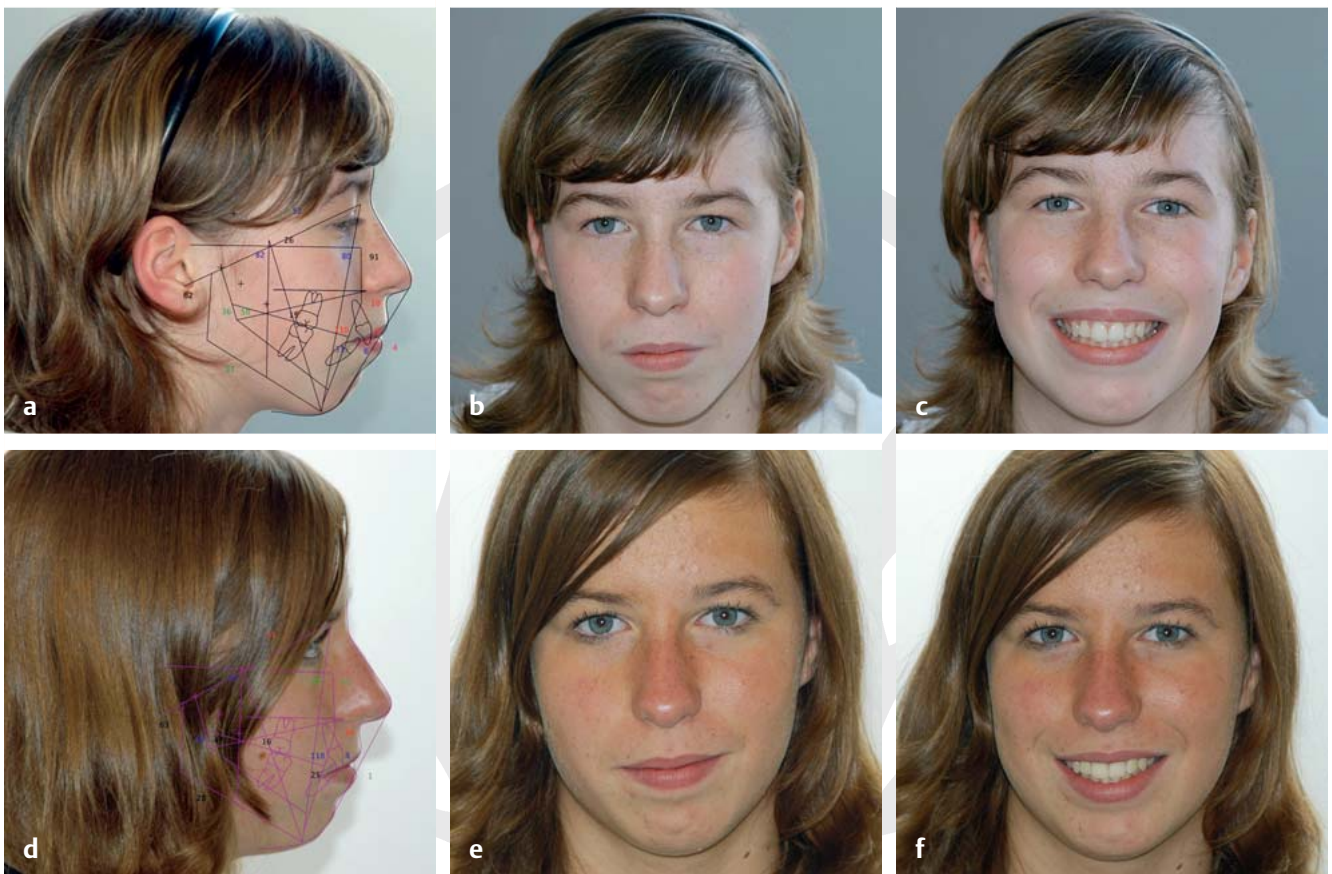


Abb. 7 a–f Extraorale Fotos vor und nach der Behandlung.

Fall 2 – Klasse-I-Engstand mit dentoalveolärem Tiefbiss

Eine 30-jährige Frau (► Abb. 8) mit einer Klasse-I-Verzahnung, ausgeprägtem Engstand und Tiefbiss wurde mit der Orthocaps-Apparatur behandelt.

Diagnose und Behandlungsplanung

Nach dem Einscannen der Modelle in die Orthocaps-Software erfolgten Planung und Festlegung der Behandlungsziele (► Abb. 9). Da es sich um eine rein orthodontische Behandlung handelte, wurde auf eine FRS-Analyse verzichtet.

Oberkiefer: Der Oberkieferzahnbogen zeigte eine transversale Einengung zusammen mit einer palatinalen Kippung der linken Prämolaren. Eine 2–3 mm mesiale Aufwanderung des linken Seitenzahnsegmentes und ein Bukkalstand der Zähne 22 und 23 wurden ebenfalls festgestellt.

Unterkiefer: Die Analyse des Unterkieferzahnbogens ergab einen ausgeprägten Engstand der Front, eine linguale Kippung der linken Prämolaren und diverse Einzelzahnrotationen als Befund.

Bisslage: Die Patientin hatte eine beidseitige Klasse-I-Okklusion im Molarenbereich mit einer leichten Klasse-II-Eckzahnrelation auf der linken Seite. Ein dentoalveolärer Tiefbiss war ebenfalls festzustellen.

Behandlungsziele: Im Behandlungsplan wurden folgende Ziele festgelegt:

- ▶ Transversale Nachentwicklung im Oberkiefer und approximale Schmelzreduktion (ASR) zur Platzbeschaffung,
- ▶ Distalisieren des linken Zahnsegmentes (► Abb. 9b),
- ▶ Intrudieren, Derotieren und Torquieren der oberen Inzisivi,

- ▶ Proklinieren und Intrudieren der unteren Inzisivi,
- ▶ Auflösen der Engstände,
- ▶ Bisshebung und Einstellung einer regelrechten Verzahnung.

Behandlungsapparatur

Für die Orthocaps-Apparaturen (CAPS) wurden folgende Materialien ausgewählt:

1. Behandlungsphase (Behandlungsschritte 1–8)

(Behandlungsschritte 1–3)

softCAPS: Ethylvinylacetat (EVA), Stärke 3 mm,

hardCAPS: Polypropylen (PP), Stärke 1 mm.

(Behandlungsschritte 4–8)

softCAPS: Polyurethan in Kombination mit Polycarbonat (PC), Gesamtstärke 1,8 mm;

hardCAPS: Polyethylenterephthalat (PET-G) Stärke 0,5 mm.

2. Behandlungsphase (Behandlungsschritte 9–16)

softCAPS: Polyurethan in Kombination mit Polyethylenterephthalat (PET-G), Gesamtstärke 2 mm,

hardCAPS: Polyethylenterephthalat (PET-G) Stärke 0,8 mm.

Behandlungsverlauf

Die softCAPS wurden immer nachts getragen. Nach einer Tragezeit von einer Woche wurden für die nächsten 2 Wochen zusätzlich die hardCAPS tagsüber getragen. Die Behandlungssequenz für alle anderen Behandlungsschritte blieb gleich. Die Aktivierung pro Behandlungsschritt lag zwischen 0,4 und 0,5 mm. Die Behandlungsdauer betrug 14 Monate.

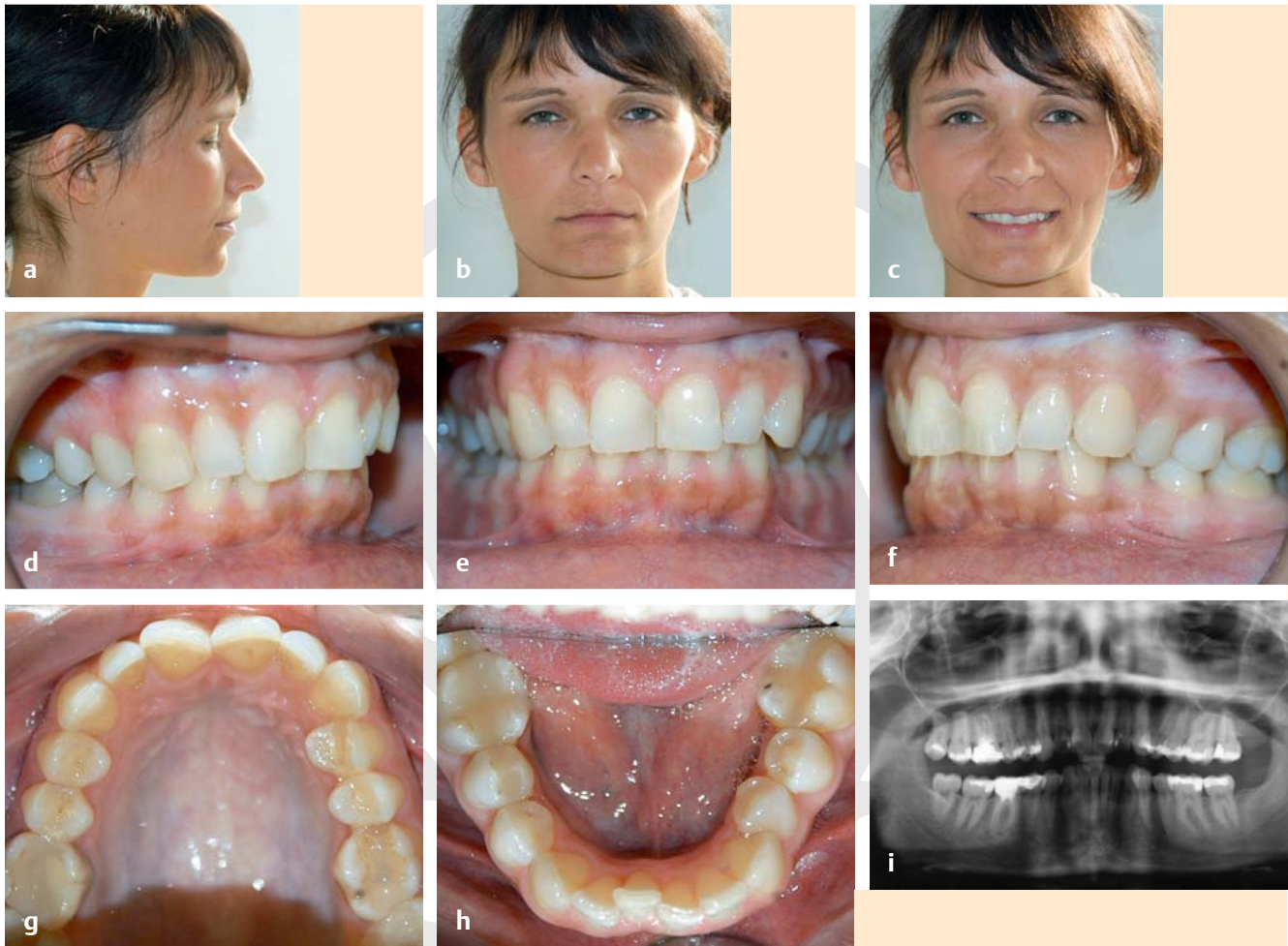


Abb. 8a-i Anfangsbefund.

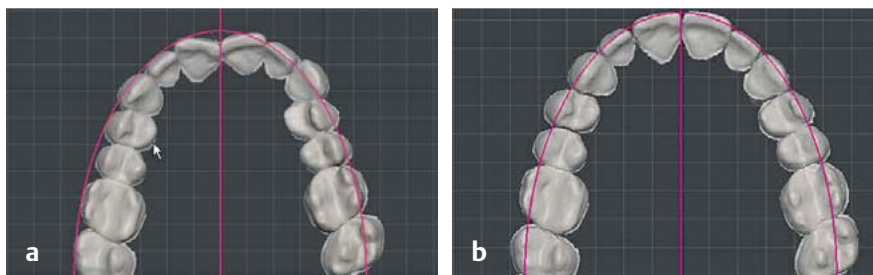


Abb. 9a, b Behandlungsplanung mit Computer-
software.

Ergebnisse

Die Bilder in **Abb. 10** zeigen die Behandlungsergebnisse. Die Behandlungsziele wurden erreicht. Die Patientin trug weiterhin hardCAPS im Oberkiefer als Retentionsschiene. Im Unterkiefer wurde zur Langzeitstabilisierung ein Ortho-flex-Lingualretainer (Reliance Orthodontics) eingesetzt. Die Patientin wurde über die Notwendigkeit der Retentionsphase aufgeklärt.

► **Abb. 11 a-h** zeigt den Abschlussbefund.

Diskussion

Die Erfahrung mit der Orthocaps-Behandlungsmethode zeigt, dass durch den Einsatz moderner Computer-Technologie zur präzisen Aktivierung der Behandlungsschienen (CAPS) zusammen mit einer fallbezogenen Auswahl des thermoplastischen Kunststoffes zur Herstellung der CAPS, auch Zahnfehlstellungen, die mit herkömmlichen Schienensystemen nur schwierig zu therapieren sind, effektiv behandelt werden können. Es zeigt sich

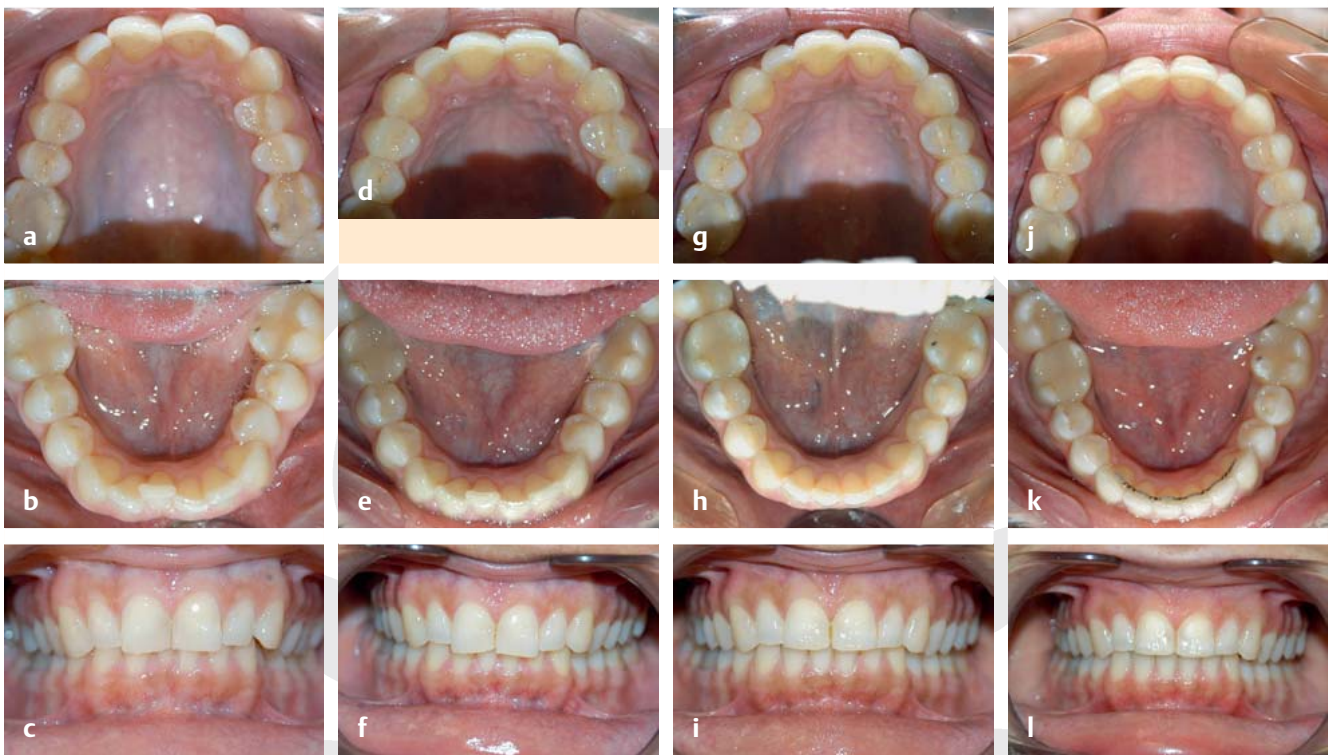


Abb. 10 Anfangsbefund (a–c), Zwischenbefund 1 (d–f), Zwischenbefund 2 (g–i), Abschlussbefund (j–l), ..

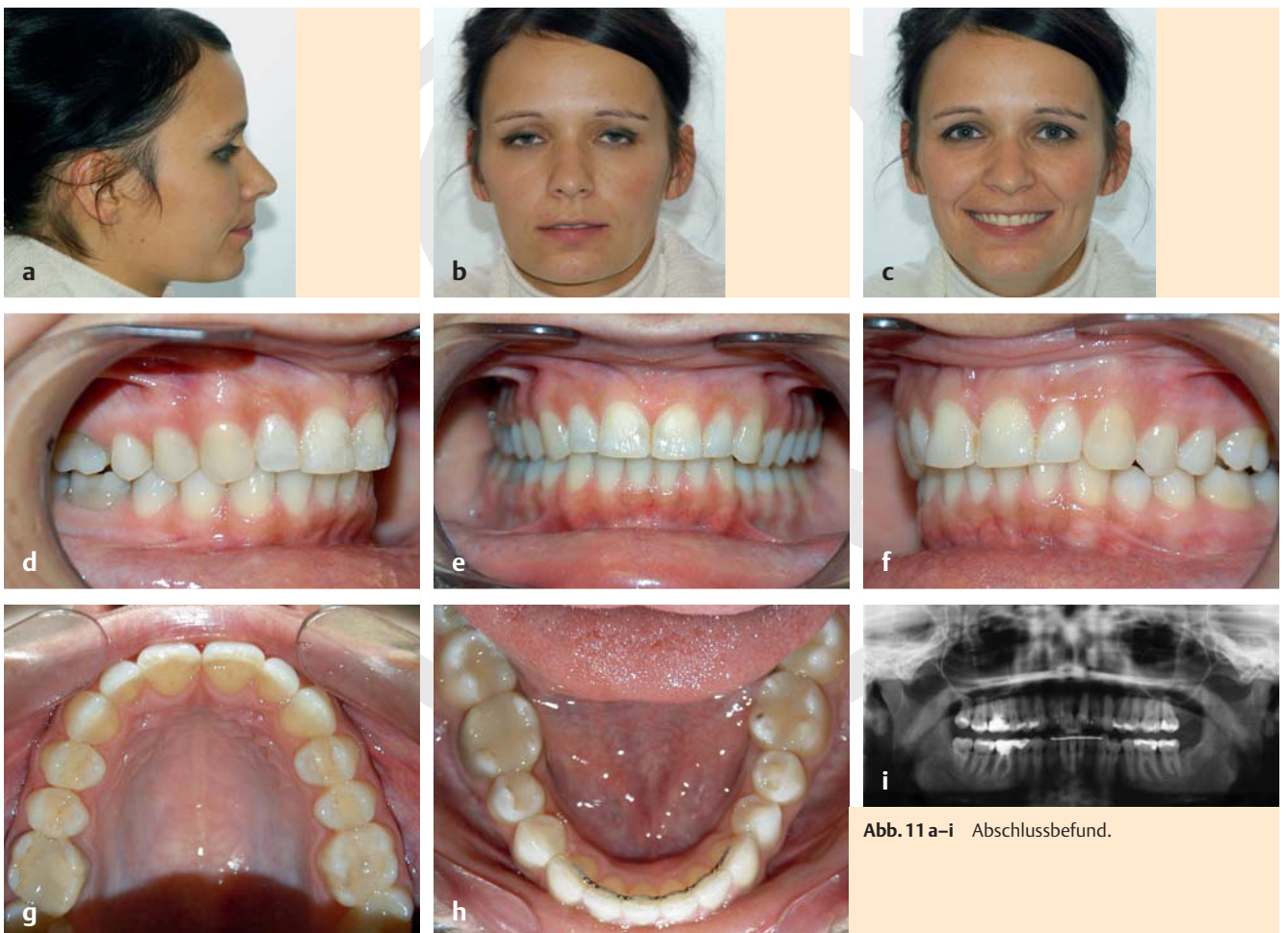


Abb. 11 a–i Abschlussbefund.

ebenfalls, dass die bereits beschriebenen Grundprinzipien der Kieferorthopädie wie sorgfältige Planung, die Anwendung leichter Kräfte und kontrollierte Zahnbewegungen, unabhängig von den verwendeten Behandlungsapparaturen oder Behandlungstechniken ihre Gültigkeit behalten.

Literatur

- 1 Kesling HD. The philosophy of the tooth positioning appliance. *Am J Orthod* 1945; 31: 297–304
- 2 Lindauer SJ, Shoff RC. Comparison of Essix and Hawley retainers. *J Clin Orthod* 1998; 32: 95–97
- 3 McNamara JA, Kramer KL, Juenker JP. Invisible retainers. *J Clin Orthod* 1985; 19: 570–578
- 4 Ponitz RJ. Invisible retainers. *Am J Orthod* 1971; 59: 266–272
- 5 Rinchuse DJ, Rinchuse DJ. Active tooth movement with Essix based appliances. *J Clin Orthod* 1997; 31: 109–112
- 6 Sheridan JJ, Ledoux W, McMinn R. Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. *J Clin Orthod* 1993; 27: 37–45
- 7 Kravitz ND, Budi K. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135: 27–35
- 8 Kwon J-S, Lee Y-K. Force delivery properties of thermoplastic orthodontic materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133: 228–234
- 9 Santoro M, Nicolay O, Cangialosi T. Pseudoelasticity and thermoelasticity of nickel-titanium alloys: A clinically oriented review. Part II: Deactivation forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119: 594–603
- 10 Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod* 1957; 43: 32–45
- 11 Hixon EH, Atikian H, Callow GE et al. Optimal force, differential force, and anchorage. *Am J Orthod* 1969; 55: 437–457
- 12 Hixon EH, Aasen TO, Arango J et al. On force and tooth movement. *Am J Orthod* 1970; 57: 476–489
- 13 Nikolai RJ. On optimum orthodontic force theory as applied to canine retraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 68: 290–302
- 14 Weinstein S. Minimum forces in tooth movement. *Am J Orthod* 1967; 53: 881–903
- 15 Burstone CJ. Variable modulus in orthodontics. *Am J Orthod* 1981; 80: 1–16
- 16 Ponitz RJ. Invisible retainers. *Am J Orthod* 1971; 59: 266–272
- 17 Clements KM, Bollen AM, Huang G et al. Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 2: dental improvements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124: 502–508
- 18 Proffit WR. Contemporary orthodontics. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 2000: 304
- 19 Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 469e.1–460e.32
- 20 Begg PR, Kesling PC. The differential force method of orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1977; 71: 1–39