

Applications for Direct Composite Restorations in Orthodontics

Einsatzmöglichkeiten der direkten Kompositrestauration in der Kieferorthopädie

Eva Müssig¹, Christopher J. Lux¹, Hans Jörg Staehle², Angelika Stellzig-Eisenhauer³, Gerda Komposch¹

Abstract

Background and Aim: Besides prosthetic and indirect, laboratory-produced restorations, the focus of dental therapy is increasingly on restorative measures and direct restorations as minimally invasive treatment concepts. Thus, the use of direct composite restorations with modern restorative materials for the shaping and recontouring of teeth in combination with orthodontic treatment offers a diversified, extensive sphere of application. The aim of the study was to demonstrate applications for direct composite restorations with reference to selected cases.

Material and Methods: The composites used were hybrid composites, which offer increased abrasion resistance and color stability and are applied incrementally. Special attention was paid to the shape, color and structure of the tooth.

Case Reports: The case reports present patients in whom relatively narrow or peg-shaped teeth were built up with composite to correct various tooth size discrepancies or cuspids were recontoured by means of direct composite restorations following orthodontic space closure in cases with missing lateral incisors. Similarly, space closure was achieved using orthodontically repositioned lateral incisors recontoured to resemble central incisors after traumatic loss of upper central incisors. Finally, direct composite restorations were used for retention following completion of orthodontic treatment.

Conclusions: Observations over recent years confirm the stability of composites in both form and color, as well as their ability to maintain gingival health. Our case reports demonstrate that, subject to a corresponding indication, recontouring single teeth using direct composite restorations can optimize orthodontic treatment results.

Key Words: Composite restoration · Congenitally missing teeth · Peg-shaped teeth · Tooth size discrepancy

¹Department of Orthodontics, University of Heidelberg, Germany,

²Department of Operative and Preventive Dentistry, University of Heidelberg, Germany,

³Department of Orthodontics, University of Würzburg, Germany.

Received: May 9, 2003; accepted: November 17, 2003

Zusammenfassung

Hintergrund und Ziel: Neben Zahnersatz und indirekten Laborverfahren treten zunehmend zahnerhaltende Maßnahmen und direkte Restaurationen als minimalinvasive Behandlungskonzepte in den Vordergrund der zahnärztlichen Therapie. Daher bieten der Aufbau und die Umformung von Zähnen mit den heute zur Verfügung stehenden Kompositen im Sinne einer Formkorrektur in Kombination mit kieferorthopädischen Maßnahmen ein vielfältiges und umfangreiches Einsatzgebiet. Ziel dieser Arbeit ist es, die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten moderner Komposite anhand ausgewählter Behandlungsbeispiele zu veranschaulichen.

Material und Methodik: Verwendet wurden Hybridkomposite, die sich durch erhöhte Abrasionsfestigkeit und Farbbeständigkeit auszeichnen und in so genannter Mehrschichttechnik aufgetragen werden. Ästhetische Aspekte bezüglich Form, Farbe sowie Struktur des Zahnes wurden in besonderem Maß berücksichtigt.

Fallbeispiele: Unsere Behandlungsbeispiele zeigen Patienten, bei denen bei Zahnbreitendiskrepanzen die relativ zu schmalen Zähne aufgebaut wurden oder bei denen nach kieferorthopädischem Lückenschluss bei Nichtanlage seitlicher Schneidezähne die Eckzähne der Form der fehlenden seitlichen Schneidezähne angeglichen wurden. Ebenso konnten nach traumatischem Verlust von Frontzähnen und anschließendem kieferorthopädischen Lückenschluss die eingeordneten Zähne entsprechend der Stellung im Zahnbogen mit Komposit umgestaltet werden. Schließlich wurden Komposite auch zur Stabilisierung von Zahnstellungen und von kieferorthopädischen Behandlungsergebnissen eingesetzt.

Schlussfolgerungen: Mehrjährige Fallbeobachtungen bestätigen die Beständigkeit der Komposite in Form und Farbe sowie die Stabilität der parodontalen Situation. Unsere Behandlungsbeispiele zeigen, dass sich durch die Umgestaltung einzelner Zähne mit Kompositmaterialien das kieferorthopädische Behandlungsergebnis bei entsprechender Indikation optimieren lässt.

Schlüsselwörter: Kompositrestauration · Nicht angelegte Zähne · Zapfenzähne · Zahnbreitendiskrepanz

J Orofac Orthop 2004;65:164-79

DOI 10.1007/s00056-004-0319-x

Introduction

Along with the growing interest in providing dental treatment that favors minimally invasive restorative techniques, dental esthetics are also of increasing importance to the general public [28, 40]. In particular, young adults with normal occlusion are judged to be more socially attractive than those with malocclusions [39].

In orthodontics, tooth size discrepancies between upper and lower teeth represent a problem which can often not be solved satisfactorily by orthodontic treatment alone. As early as 1902, this problem induced Black [8] to carry out tooth-size analyses in terms of the length and width of single teeth. In 1944, Ballard [4] published a study reporting that 90% of 500 sets of dental casts demonstrated a right-left discrepancy in mesiodistal width. As a consequence he advocated the judicious stripping of proximal surfaces of the larger teeth to restore the balance [4]. Bolton [9] also based his recommendations on the smaller tooth material and reported in 1958 on measurements from 55 sets of dental casts with excellent occlusion. Based on the mean values of his measurements he formulated a natural law governing the ratio of mesiodistal widths of sets of corresponding upper and lower teeth. This tooth size analysis, known as Bolton analysis, can be used to quantify the severity of tooth size discrepancy between the arches. There are various reasons for the discrepancy in width between upper and lower incisors, e.g. (1) generalized oversize of lower incisors, (2) generalized undersize of upper incisors, (3) relatively narrow lateral incisors, and (4) peg-shaped lateral incisors [17].

On the basis of the publications by Black [8], Ballard [4] and Bolton [9], orthodontic thinking has changed in favor of minimally invasive restorative treatment. Today, decisions on stabilization of the occlusion and optimization of the esthetic outcome in cases of tooth size discrepancy are based almost exclusively on the larger tooth material. The use of contemporary dental composites enables the mesiodistal width of the smaller tooth to be harmonized with that of the larger tooth [17, 19, 46]. Compared with prosthodontic treatment, the advantage of contemporary dental composites for tooth shape correction as a minimally invasive procedure is that it involves minimum loss of dental hard tissue.

In addition to enhancing tooth size, composite materials are also used for recontouring teeth. Indications include congenitally missing lateral incisors or traumatic loss of incisors followed by orthodontic space closure [14, 16, 37].

Furthermore, composite-based shape corrections can be used to stabilize the orthodontic treatment outcome. Subject to indication, recontouring may also offer an alternative in cases where orthodontic treatment is not possible or not desired.

The aim of the present study was to demonstrate the applications for direct composite restorations in orthodon-

Einleitung

Neben einer Umorientierung in den Behandlungsstandards zugunsten substanzschonender Verfahren steigen in der Bevölkerung zunehmend die Ansprüche an das Aussehen der Zähne [28, 40]. Besonders bei jüngeren Menschen wird die soziale Attraktivität bei normaler Zahnstellung höher bewertet als bei Zahnfehlstellungen [39].

In der Kieferorthopädie stellen unter anderem Zahnbreitendiskrepanzen zwischen Ober- und Unterkieferzähnen ein Problem dar, das oft nicht allein durch die kieferorthopädische Behandlung befriedigend gelöst werden kann. Diese Problematik veranlasste Black [8] bereits 1902, Messungen über die Größe und Breite einzelner Zähne durchzuführen. Ballard [4] veröffentlichte 1944 eine Untersuchung, in der in 90% von 500 untersuchten Modellpaaren eine Diskrepanz zwischen der rechten und linken Zahnbogehälfte in Bezug auf die mesiodistalen Breiten der Zähne bestand. Zum Symmetrieausgleich empfahl Ballard [4], das größere Zahnmaterial dem kleineren durch Reduktion der Approximalflächen anzugleichen. Ebenso orientierte sich Bolton [9] am kleineren Zahnmaterial und führte in einer 1958 publizierten Studie Messungen an 55 Modellpaaren mit idealer Okklusion durch. Aus den Mittelwerten dieser Messungen formulierte er eine Gesetzmäßigkeit zwischen der Relation der mesiodistalen Breiten von Ober- und Unterkieferzähnen, die so genannte Bolton-Analyse. Mit dieser Analyse lassen sich Zahnbreitendiskrepanzen zwischen Ober- und Unterkieferzähnen quantifizieren. Für die Zahnbreitendiskrepanz zwischen Ober- und Unterkieferfrontzähnen gibt es mehrere Ursachen, wie beispielsweise (1) eine generalisierte relative Übergröße der Unterkieferfrontzähne, (2) eine generalisierte relative Untergröße der Oberkieferfrontzähne, (3) relativ schmale seitliche Schneidezähne (4) und dysplastische seitliche Schneidezähne [17].

Auf der Grundlage der oben genannten Arbeiten von Black [8], Ballard [4] und Bolton [9] hat in der Kieferorthopädie ein Umdenken zugunsten substanzschonender Maßnahmen stattgefunden. Um eine gesicherte Okklusion und ein optimales ästhetisches Ergebnis zu erzielen, orientiert man sich heute bei Zahnbreitendiskrepanzen fast ausschließlich am größeren Zahnmaterial. Mit Hilfe der heute zur Verfügung stehenden Komposite ist es dann möglich, das kleinere Zahnmaterial dem größeren durch Verbreiterung anzupassen [17, 19, 46]. Die modernen Komposite bieten durch ihren minimalinvasiven Einsatz zur Formkorrektur gegenüber prothetischen Maßnahmen den Vorteil des größtmöglichen Erhaltes der Zahnhartsubstanz.

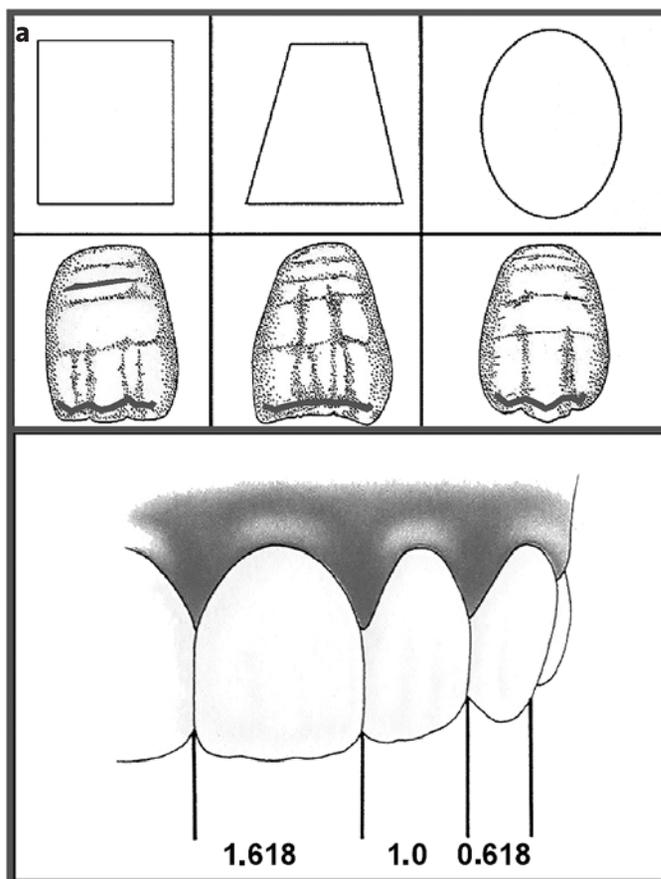
Neben der Verbreiterung von Zähnen werden Komposite auch für die Konturierung von Zähnen verwendet. Dies ist beispielsweise bei der Nichtanlage eines seitlichen Schneidezahnes oder bei traumatischem Verlust von Frontzähnen mit anschließendem kieferorthopädischen Lückenschluss indiziert [14, 16, 37].

tics with reference to selected cases and to describe the clinical technique.

Methodology of Composite Restorations

Esthetic Aspects

Before recontouring teeth, esthetic aspects relating to proportion, shape and color have to be considered, as proportions play a major role in human esthetic perception. In Western society, a proportion of 1:1.618 is considered esthetically appealing and is thus referred to as the “golden proportion” [5]. This should also be taken into account when the mesiodistal width of incisors is to be recontoured using composite restorations (Figure 1a). The shape of the incisors plays a further important role; it can be classified into three basic shapes: rectangular, trapezoid and oval. The structure of the tooth surface, which includes grooves and pits, helps give the tooth a natural appearance. The incisal edge, which is particularly pronounced in young people, should harmonize with the shape of the tooth [5] (Figure 1a). Teeth can also be changed visually in their



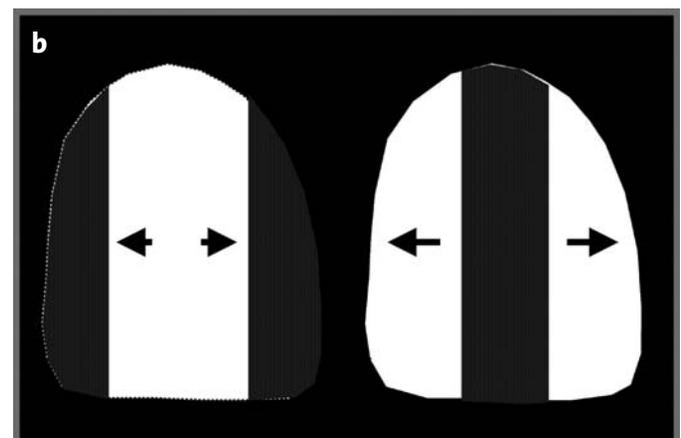
Darüber hinaus können Formkorrekturen mit Kompositen zur Stabilisierung des kieferorthopädischen Behandlungsergebnisses nach kieferorthopädischer Therapie eingesetzt werden. Formkorrekturen können bei entsprechenden Befunden auch eine Alternative zur kieferorthopädischen Therapie darstellen, wenn diese nicht möglich oder nicht erwünscht ist.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Einsatzmöglichkeiten der Kompositrestauration in der Kieferorthopädie anhand ausgewählter Behandlungsbeispiele zu veranschaulichen und ihre Anwendung darzustellen.

Methodik der Kompositrestaurationen

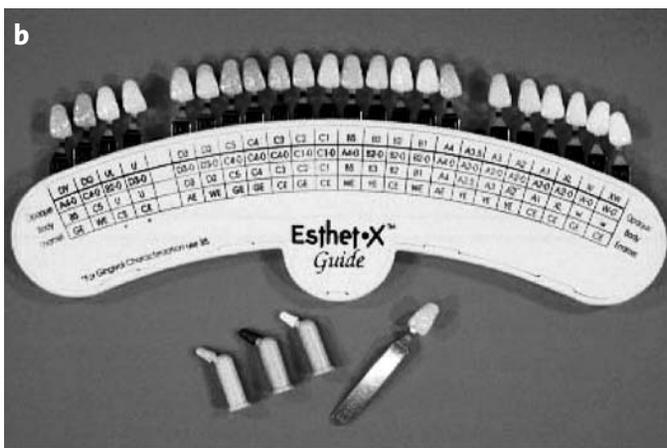
Ästhetische Aspekte

Um der Gestaltung der zu korrigierenden Zähne gerecht zu werden, müssen einige ästhetische Aspekte bezüglich Proportion, Form und Farbe berücksichtigt werden, da Proportionen eine wesentliche Rolle für das ästhetische Empfinden des menschlichen Auges spielen. In westlichen Nationen werden Proportionen von 1:1,618 als ästhetisch ansprechend angesehen und als so genannte „Goldene Proportion“ bezeichnet [5]. Dies sollte auch bei der Restauration von Frontzähnen beachtet werden, indem die Zahnbreiten entsprechend gestaltet werden (Abbildung 1a). Die Form der Frontzähne spielt eine weitere entscheidende Rolle. Schematisch lassen sich Frontzähne in drei Grundformen unterteilen: eine rechteckige, eine trapezförmige und eine ovale Form. Das Oberflächenrelief eines Zahnes mit Rillen und Grübchen trägt zum natürlichen Aussehen eines Zahnes bei. Die Inzisallinie, die vor allem bei jüngeren Patienten in Erscheinung tritt, sollte sich der Form des Zahnes anpassen [5] (Abbildung 1a). Zähne können auch durch Verwendung dunklerer oder hellerer Farben in ihrer mesiodistalen Breite optisch verschmälert oder verbreitert werden. Durch eine



Figures 1a and 1b. a) Esthetic principles relating to proportion, shape and structure of teeth (modified after Baratieri et al. [5]). b) Visual change in the width of a tooth: A darker mesial and distal proximal surface makes a tooth seem narrower than one with a darker labial surface.

Abbildungen 1a und 1b. a) Ästhetische Prinzipien bezüglich Proportionen, Form und Struktur der Zähne (modifiziert nach Baratieri et al. [5]). b) Optische Veränderung der Breite eines Zahnes: Durch eine dunklere mesiale und distale Fläche erscheint ein Zahn schmaler als durch eine dunklere Fläche auf der Zentralachse des Zahnes.



Figures 2a and 2b. Example of a composite material system with color scale: Esthet X™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany).

Abbildungen 2a und 2b. Beispiel für ein Kompositmaterialsystem: Esthet X™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Deutschland) mit Farbauswahl.

mesiodistal width by using dark or light colors. With a darker mesial or distal surface, a tooth looks narrower than one with a darker labial surface (Figure 1b).

Composition and Characteristics of Composite Materials

Whereas Zachrisson [47] claimed that composites were less abrasion-resistant, preference is given today to fine hybrid composite materials (particle size 0.8–2 µm) offering increased abrasion resistance and color stability [15, 38]. These characteristics are due to the composition of fine hybrid composites, which have a smaller particle size, a higher amount of filler, and a lower water absorption rate than other composites [15].

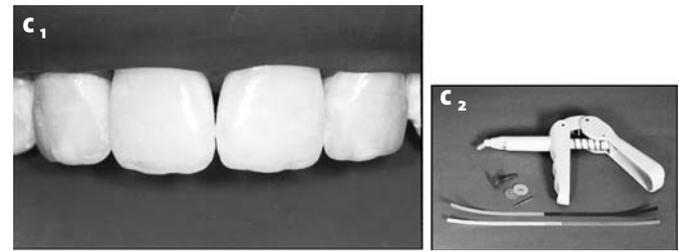
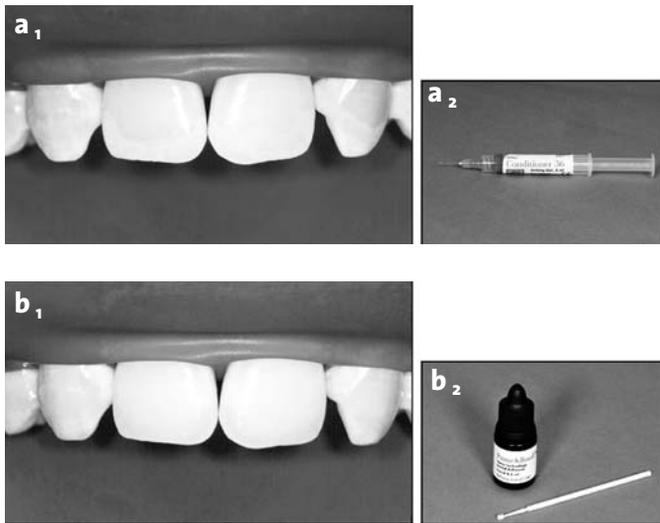
Most composite systems comprise various components which mimic the dental hard tissue in both color and translucency, e.g. Esthet X™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany; Figures 2a and 2b), Herculite XRV (Kerr, Karlsruhe, Germany), Enamel plus HFO (Micerium, Avegno,

dunklere mesiale und distale Fläche erscheint ein Zahn schmaler als durch eine dunklere Fläche auf der Zentralachse des Zahnes (Abbildung 1b).

Zusammensetzung und Eigenschaften von Kompositen

Während Zachrisson [47] noch eine erhöhte Abrasivität der Komposite bei der Formkorrektur beschrieb, werden heute vorzugsweise Feinhybridkomposite (Partikeldurchmesser 0,8–2 µm) eingesetzt, die sich besonders durch erhöhte Abrasionsfestigkeit und Farbbeständigkeit auszeichnen [15, 38]. Diese Eigenschaften sind in der Zusammensetzung der Feinhybridkomposite mit einer gegenüber anderen Kompositen vergleichsweise kleinen Partikelgröße, einem relativ hohen Füllstoffanteil sowie einer niedrigen Wasserabsorptionsrate begründet [15].

Die meisten Kompositensysteme setzen sich aus unterschiedlichen Komponenten zusammen, die die Zahnhartsubstanz in Farbe und Transluzenz imitieren – wie z.B. Esthet X™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Deutschland; Abbildungen 2a und 2b), Herculite XRV (Kerr, Karlsruhe, Deutschland) oder Enamel plus HFO (Micerium, Avegno, Italien). Die einzelnen Kompositmassen werden in so genannter Mehrschichttechnik aufgetragen, um dem Zahn ein möglichst natürliches und lebendiges Aussehen zu verleihen. Die Schichten sollen eine Dicke von 3 mm nicht überschreiten, wobei die Polymerisationszeit 40–60 Sekunden betragen sollte. Die Schichttechnik erlaubt eine ausreichende Aushärtung der Kompositmassen, wodurch die Polymerisationsschrumpfung verkleinert wird. Es muss beachtet werden, dass bei stark pigmentierten Kompositproben die Bestrahlungszeit erhöht ist. Tiefe, nicht ausreichend ausgehärtete Kompositmassen zeigen eine Nachhärtung mit einer Nachschrumpfung, wobei die initial gute marginale Adaptation stark beeinträchtigt werden kann. Bei der Farbauswahl ist zu berücksichtigen, dass lichthärtende Komposite beim Aushärten dunkler werden [22]. Beim Auftragen der verschiedenen Schichten muss darauf geachtet werden, dass so genannte „Dentinmassen“ opak, „Schmelzmassen“ dagegen transluzent erscheinen und deshalb entsprechend sorgfältig ausgewählt und angewendet werden müssen [24]. Vor Durchführung der Korrektur am Patienten kann es hilfreich sein, ein diagnostisches Setup an einem Gipsmodell vorzunehmen, um Ausmaß und Form der Korrektur genau abschätzen und am Patienten besser umsetzen zu können [17, 37]. Darüber hinaus kann vor der endgültigen Formkorrektur auch eine intraorale Modellation ohne Konditionierung der Zahnoberfläche vorgenommen werden. Dabei können oft Wirkung von Form und Farbe der Formkorrektur besser beurteilt und Lippenschluss und Lachlinie bei der Modellation mitberücksichtigt werden. Heymann & Hershey [19] veröffentlichten 1985 Beispiele über den Einsatz von Kompositrestaurationen, worin sie auch das Vorgehen bei der Restauration aufzeigten.



Figures 3a to 3c. a₁ and a₂) Etching with 36% phosphoric acid (Conditioner 36, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany). b₁ and b₂) After bonding (Prime & Bond® NT, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany). c₁ and c₂) Shaping of the composite restoration (Esthet X™, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany).

Abbildungen 3a bis 3c. a₁ und a₂) Konditionierung mit 36%iger Phosphorsäure (Conditioner 36, Dentsply DeTrey, Konstanz, Deutschland). b₁ und b₂) Nach Auftragen von Primer und Adhäsiv (Prime & Bond® NT, Dentsply DeTrey, Konstanz, Deutschland). c₁ und c₂) Modellation und grobe Ausarbeitung der Kompositrestauration (Esthet X™, Dentsply DeTrey, Konstanz, Deutschland).

Italy). The individual composite materials are applied in layers to give the tooth as natural and vital an appearance as possible. It is important that the thickness of each layer does not exceed 3 mm, and 40–60 seconds per layer are required for complete polymerization. The incremental layering technique allows the composite masses to be adequately cured, reducing polymerization shrinkage. It has to be kept in mind that strongly pigmented composites require an increased curing time. Deep, insufficiently cured layers exhibit prolonged curing with further shrinkage, which may severely impair the initially good marginal adaptation. When selecting the color, it has to be kept in mind that composites are darkened by the light-curing process [22]. Furthermore, the fact that dentinal shades provide enhanced opacity, whereas enamel shades provide greater translucency should be kept in mind when selecting and applying a composite [24]. To obtain better results, it may be helpful to produce a diagnostic setup using a plaster cast prior to the clinical procedure so that the extent and shape of the correction can be precisely assessed and achieved in the clinical setting [17, 37]. In addition, the tooth can be built up with composite prior to definitive form correction without the tooth surface having to be etched and bonded. This procedure often enables the effect of the shape and color used in the corrective work to be better evaluated, and lip closure and the smile line can be taken into account. In 1985, Heymann & Hershey [19] published case reports describing applications for composite restorations and the procedures used.

Clinical Procedure

Prior to any procedures, the correct tooth shade is chosen, followed by cleaning of the appropriate teeth under the isolation of a rubber dam. Since the color impression is changed under artificial dental light, whose diffusion dif-

Klinische Anwendung

Für die Formkorrektur mit Komposit werden die Zähne nach genauer Farbauswahl unter Kofferdam gereinigt und trocken gelegt. Die Farbauswahl sollte unter Tageslicht erfolgen, da sich die spektrale Verteilung des Lichtes der Behandlungsleuchte von der des Tageslichtes unterscheidet und deshalb den Farbeindruck verändert [6]. Es folgt eine Konturierung der Zähne, wie z.B. die Reduzierung der Eckzahnspitzen bei der Umgestaltung von Eckzähnen zu seitlichen Schneidezähnen. Anschließend wird der Schmelz mit 36%iger Phosphorsäure konditioniert, z.B. mit Conditioner 36 (Dentsply DeTrey, Konstanz, Deutschland; Abbildung 3a₁ und 3a₂) oder Email Preparator (Ivoclar Vivadent, Ellwangen, Deutschland). Nachfolgend werden Primer und Adhäsiv aufgetragen, z.B. Prime & Bond® NT (Dentsply DeTrey, Konstanz, Deutschland; Abbildungen 3b₁ und 3b₂) oder OptiBond FL™ (Kerr, Karlsruhe, Deutschland), und schließlich die Zähne mit Komposit aufgebaut (z.B. Esthet X™, Dentsply DeTrey, Konstanz, Deutschland; Abbildungen 3c₁ und 3c₂; Herculite XRV, Kerr, Karlsruhe, Deutschland; Enamel plus HFO, Micerium, Avegno, Italien). Nach dem Aufbau erfolgen Ausarbeitung und Politur. Für die Ausarbeitung eignen sich diamantierte Schleifkörper verschiedener Körnung (40–8 µm). Diamantierte flexible Feilen (EVA, KaVo, Biberach, Deutschland) und diamantierte Streifen (Sof-Lex™ Finishing Strips, 3M Espe, Seefeld, Deutschland) finden besonders im schwer zugänglichen Approximalraum und im zervikalen Bereich ihre Anwendung. Zum Konturieren und Finieren werden flexible Polierscheiben (Sof-Lex™ Discs, 3M Espe, Seefeld, Deutschland) eingesetzt, die auch mit entsprechend feiner Körnung neben Polierbürstchen (Occlubrush, Hawe, Bioggio, Schweiz) zur Politur verwendet werden können [23].

Figures 4a bis 4d. a and b) Dental status after orthodontic space closure by moving the upper canines into the space for the upper lateral incisors. c and d) Direct composite restoration of the anterior teeth by "converting" the canines into lateral incisors.

Abbildungen 4a bis 4d. a und b) Zustand nach kieferorthopädischem Lückenschluss mit Einordnung der Zähne 13 und 23 an Stelle der Zähne 12 und 22. c und d) Kompositaufbau der Frontzähne mit „Umwandlung“ der Eckzähne in seitliche Schneidezähne.



fers from that of daylight, the color should be chosen under daylight conditions [6]. Cleaning is followed by contouring of the teeth, e.g. reduction of the tips of those canines scheduled to assume the position of lateral incisors. The prepared enamel is etched with 36% phosphoric acid, e.g. Conditioner 36 (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany; Figures 3a₁ and 3a₂), Email Preparator (Ivoclar Vivadent, Ellwangen, Germany). A combined primer and bonding agent, e.g. Prime&Bond® NT (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany; Figures 3b₁ and 3b₂), OptiBond FL™ (Kerr, Karlsruhe, Germany) is then applied. Finally the teeth are built up with composite, e.g. Esthet X™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany; Figures 3c₁ and 3c₂), Herculite XRV (Kerr, Karlsruhe, Germany), Enamel plus HFO (Micrium, Avegno, Italy), and then shaped and polished. Diamond burs with various grain sizes (40–8 µm) can be used to shape the restoration. Flexible diamond files (EVA, KaVo, Biberach, Germany) and diamond finishing strips (Sof-Lex™ Finishing Strips, 3M Espe, Seefeld, Germany) can be used to polish the gingival third or the inaccessible interproximal space. Contouring and finishing are done with flexible discs (Sof-Lex™ Discs, 3M Espe, Seefeld, Germany) which, with correspondingly fine grain sizes, can also be used for polishing, as can polishing brushes (Occlubrush, Hawe, Bioggio, Switzerland) [23].

Case Reports

Case reports demonstrating a variety of applications for composites in orthodontics are presented below.

Orthodontic Space Closure in a Case of Congenitally Missing Maxillary Lateral Incisors

Orthodontic space closure was carried out in a 16-year-old boy with congenitally missing maxillary lateral incisors by

Fallbeispiele

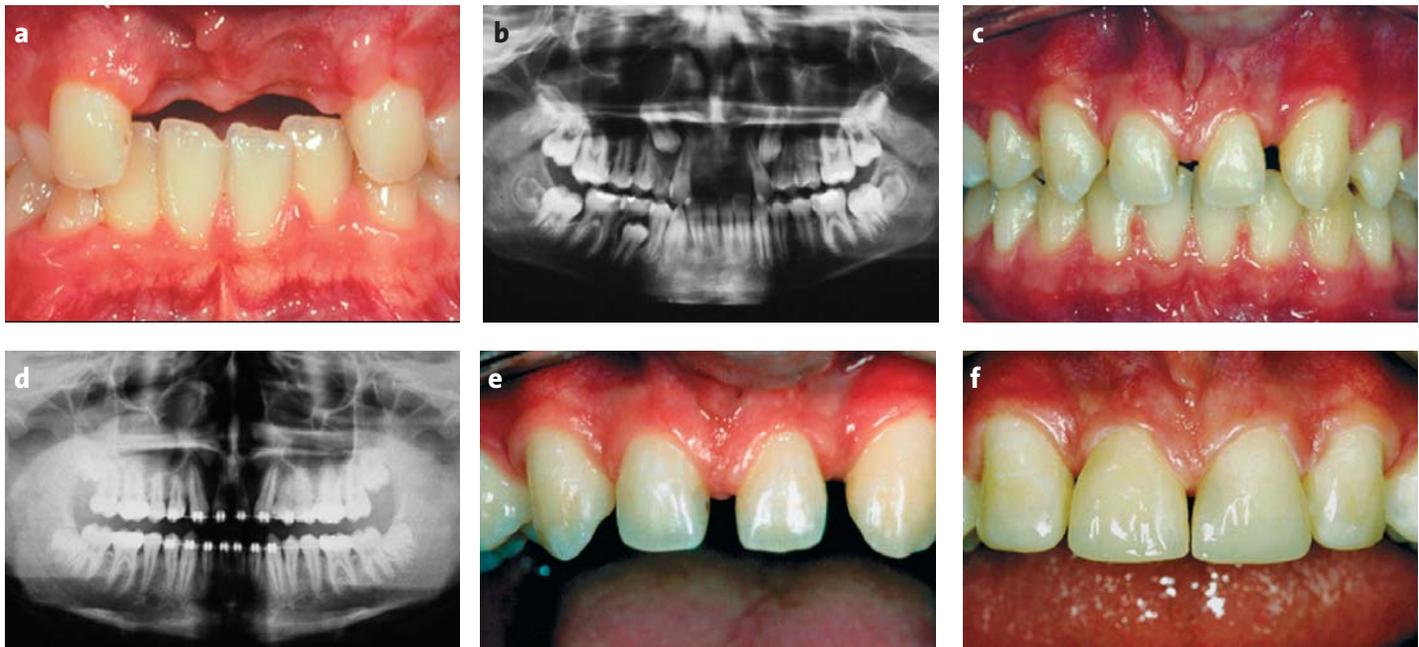
Anhand von Behandlungsbeispielen sollen im Folgenden die Einsatzmöglichkeiten von Kompositen in der Kieferorthopädie erläutert werden.

Kieferorthopädischer Lückenschluss bei Nichtanlage der oberen seitlichen Schneidezähne

Bei einem 16-jährigen Patienten wurde bei Nichtanlage der seitlichen Schneidezähne im Oberkiefer ein kieferorthopädischer Lückenschluss mit Einordnung der Eckzähne an Stelle der seitlichen Schneidezähne durchgeführt (Abbildungen 4a und 4b). Auffällig waren die sichtbaren „schwarzen Dreiecke“ zwischen den mittleren Schneidezähnen und den Eckzähnen. Diese konnten durch „Umgestaltung“ der Eckzähne in seitliche Schneidezähne und durch Verlängerung der Inzisalkanten der mittleren Schneidezähne mit Komposit beseitigt werden (Abbildungen 4c und 4d).

Kieferorthopädischer Lückenschluss nach traumatischem Verlust der oberen mittleren Frontzähne

Bei einem 11-jährigen Patienten wurde nach Verlust der oberen mittleren Schneidezähne (Abbildungen 5a und 5b) ein kieferorthopädischer Lückenschluss mit Einordnung der seitlichen Schneidezähne an Stelle der beiden mittleren Schneidezähne und der Eckzähne an Stelle der seitlichen Schneidezähne durchgeführt. Da die seitlichen Schneidezähne in ihrer mesiodistalen Breite kleiner sind als die mittleren Schneidezähne, wurden sie lückig eingestellt, um sie in ihrer Breite den mittleren Schneidezähnen anzugleichen (Abbildungen 5c bis 5e). Die seitlichen Schneidezähne und die Eckzähne konnten anschließend entsprechend ihrer Stellung im Zahnbogen mit Komposit umgestaltet werden (Abbildung 5f), wodurch eine distale Verzahnung um eine Prämolarenbreite im Seitenzahnbereich



Figures 5a to 5f. a and b) Clinical and radiographic status after traumatic loss of the upper central incisors. c to e) Clinical and radiographic status after orthodontic space closure by moving the upper lateral incisors into the space left by the upper central incisors. f) Recontouring the upper lateral incisors and the upper canines with composite.

Abbildungen 5a bis 5f. a und b) Zustand nach traumatischem Verlust der Zähne 11 und 21 (klinisch und röntgenologisch). c bis e) Zustand nach kieferorthopädischem Lückenschluss mit Einordnung der Zähne 12 und 22 an Stelle der Zähne 11 und 21 (klinisch und röntgenologisch). f) Umformung der Zähne 12, 13, 22, 23 mit Komposit.

moving the upper canines into the space for the upper lateral incisors (Figures 4a and 4b). Conspicuous “black triangles” between the central incisors and the canines could be eliminated by “converting” the canines into lateral incisors and by extending the incisal edges of the central maxillary incisors with composite (Figures 4c and 4d).

Orthodontic Space Closure Following Traumatic Loss of the Maxillary Central Incisors

In an 11-year-old boy, orthodontic treatment following traumatic loss of the maxillary central incisors (Figures 5a and 5b) consisted of space closure by repositioning the maxillary lateral incisors to the central incisor position and the canines to the lateral incisor position. Because the mesiodistal width of the lateral incisors was less than that of the central incisors, they were positioned with space on either side to match the width of the central incisors (Figures 5c to 5e). The lateral upper incisors and the canines could subsequently be recontoured with composite to camouflage the loss of the centrals (Figure 5f). This treatment resulted in a Class II occlusion, since there was no need for counterbalancing extractions in the lower arch.

Structural Anomaly and Tooth Size Discrepancy

Due to a minor tooth width discrepancy, a space between the lateral incisor and the canine was visible after ortho-

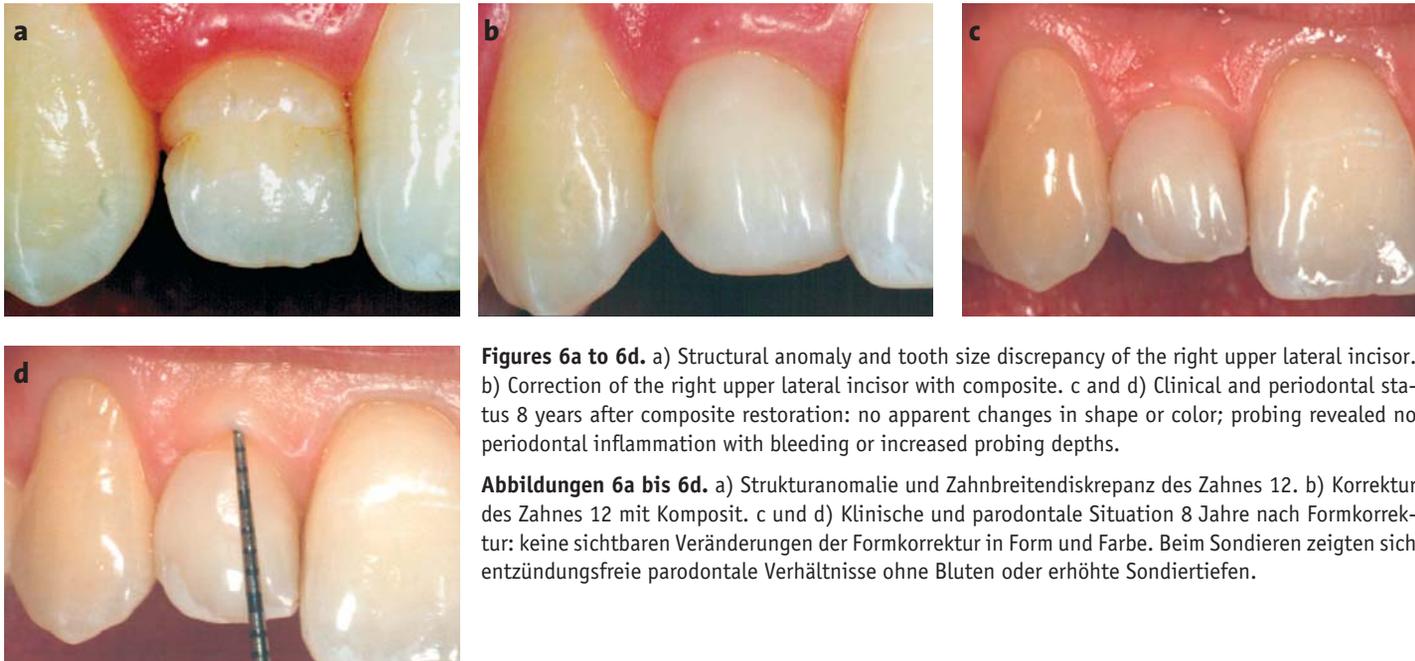
erzielt wurde, da im Unterkiefer keine Ausgleichsextraktion notwendig war.

Strukturanomalie und Zahnbreitendiskrepanz

Bedingt durch eine geringgradige Zahnbreitendiskrepanz war nach kieferorthopädischer Therapie eine Lücke zwischen seitlichem Schneidezahn und Eckzahn sichtbar. Gleichzeitig wies der seitliche Schneidezahn eine Strukturanomalie im Sinne einer horizontal verlaufenden Einziehung im gingivalen Bereich der Zahnkrone auf (Abbildung 6a). Durch eine Formkorrektur mit Komposit konnte die Strukturanomalie ausgeglichen werden (Abbildung 6b). Nach einem Beobachtungszeitraum von 8 Jahren waren im Rahmen einer zahnärztlichen Kontrollsitzung keine nennenswerten Veränderungen in Form und Farbe sichtbar. Es war durch visuelle Kontrolle und Sondieren der Oberfläche keine merkliche Randspaltbildung zu erkennen, und es konnten beim Sondieren keine entzündlichen Veränderungen der Gingiva und des Parodonts am Kontakt von Kompositmaterial zur Gingiva festgestellt werden (Abbildungen 6c und 6d).

Stabilisierung des kieferorthopädischen Behandlungsergebnisses

Bei einem erwachsenen Patienten mit einer nach palatinal gekippten Oberkieferfront wurden durch einen distalen Zwangsbiss multiple Attritionen der Palatinalflächen der



Figures 6a to 6d. a) Structural anomaly and tooth size discrepancy of the right upper lateral incisor. b) Correction of the right upper lateral incisor with composite. c and d) Clinical and periodontal status 8 years after composite restoration: no apparent changes in shape or color; probing revealed no periodontal inflammation with bleeding or increased probing depths.

Abbildungen 6a bis 6d. a) Strukturanomalie und Zahnbreitendiskrepanz des Zahnes 12. b) Korrektur des Zahnes 12 mit Komposit. c und d) Klinische und parodontale Situation 8 Jahre nach Formkorrektur: keine sichtbaren Veränderungen der Formkorrektur in Form und Farbe. Beim Sondieren zeigten sich entzündungsfreie parodontale Verhältnisse ohne Bluten oder erhöhte Sondiertiefen.

dontic treatment. The lateral incisor also showed a structural anomaly in terms of a horizontal constriction in the gingival third of the tooth (Figure 6a). The structural anomaly could be corrected by building up the tooth with composite (Figure 6b). Following an 8-year follow-up period, no significant changes in shape or color were observed during a routine dental check. Moreover, no notable marginal leakage was detected visually or by surface probing, and probing revealed no gingival or periodontal inflammation at the gingival interface with the composite material (Figures 6c and 6d).

Stabilization of the Orthodontic Treatment Outcome

In a man with retruded upper incisors, multiple attritions of the palatal surfaces of the upper incisors had been generated by a posteriorly directed mandibular shift (Figures 7a to 7d). In this case the mandibular shift could be eliminated by orthodontic protrusion of the upper incisors (Figures 7e and 7f). The incisors were then built up with composite, facilitating contact with the lower incisors in addition to providing esthetic correction and stabilization (Figures 7g and 7h).

Use of Composites as an Alternative to Orthodontic Treatment

1. Midline Diastema and Tooth Size Discrepancy

A 25-year-old woman presented with a midline diastema in the upper arch. The upper incisors displayed slight flaring. Moreover, there was a tooth size discrepancy between the upper and lower incisors: The upper incisors were too narrow in comparison with the lower incisors (Bolton analysis: anterior ratio: 80.9%). A periodontal cause of the mid-

Oberkieferfrontzähne verursacht (Abbildungen 7a bis 7d). In diesem Fall ließ sich durch kieferorthopädische Protrusion der Oberkieferfrontzähne der Zwangsbiss beseitigen (Abbildungen 7e und 7f). Anschließend wurden die Frontzähne mit Komposit aufgebaut, wodurch zusätzlich zur ästhetischen Korrektur und zur Stabilisierung der Zähne eine Abstützung der unteren Frontzähne erreicht wurde (Abbildungen 7g und 7h).

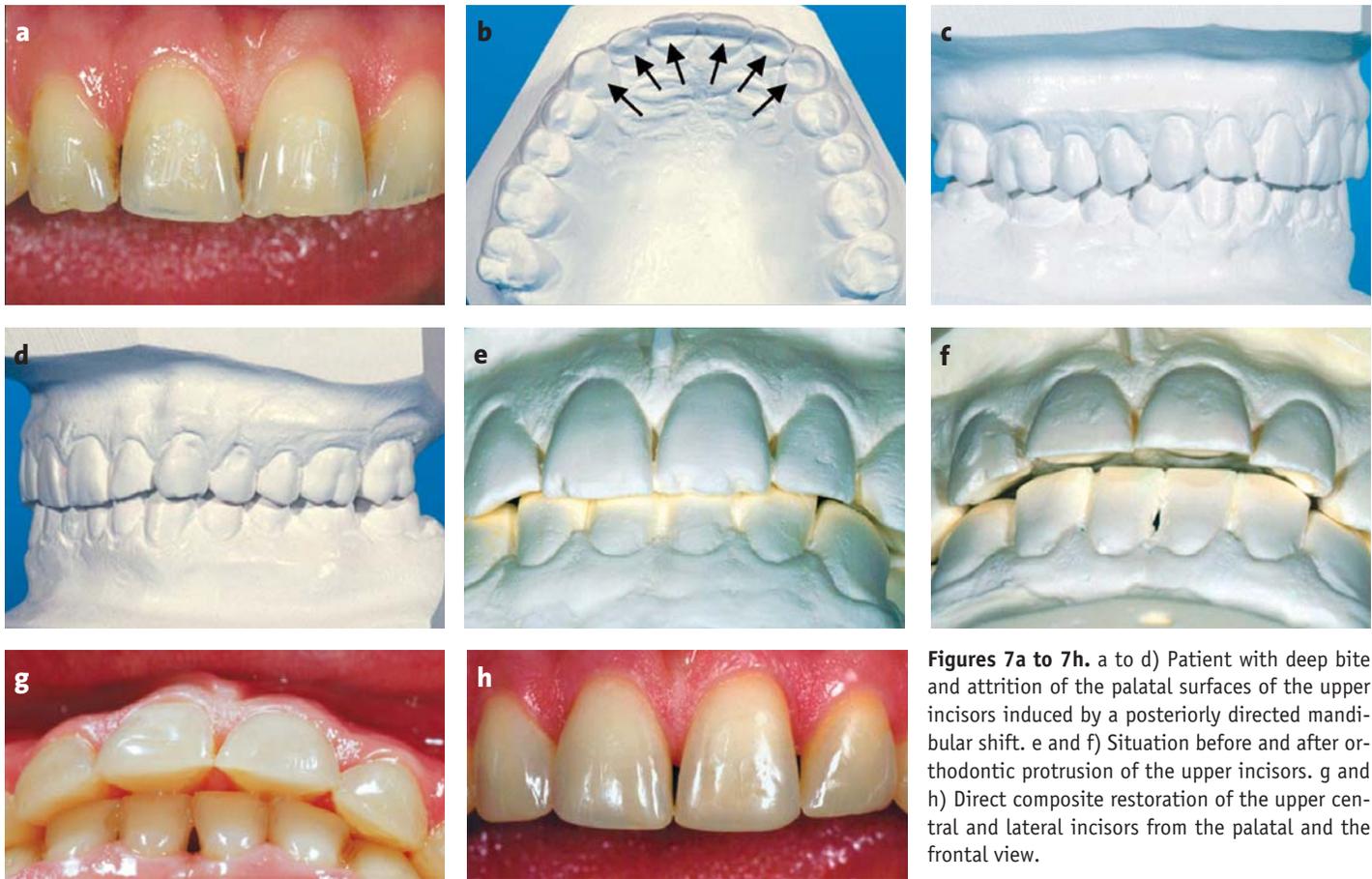
Anwendung von Kompositen als Alternative zur kieferorthopädischen Therapie

1. Diastema mediale und Zahnbreitendiskrepanz

Eine 25-jährige Patientin stellte sich aufgrund eines Diastema mediale im Oberkiefer vor. Die oberen Frontzähne waren leicht aufgefächert; zusätzlich bestand eine Zahnbreitendiskrepanz zwischen oberen und unteren Frontzähnen: Die oberen Frontzähne waren in ihrer mesiodistalen Breite im Vergleich zu den unteren Frontzähnen zu schmal (Bolton-Analyse: anterior ratio: 80,9%). Eine parodontale Ursache für das Diastema mediale konnte ausgeschlossen werden. Die Patientin störte sich ausschließlich am Diastema mediale (Abbildung 8a) und war an keiner weiteren kieferorthopädischen Maßnahme interessiert. Durch einen Kompositaufbau der Mesialflächen der oberen mittleren Schneidezähne konnte eine harmonische Frontzahnästhetik erreicht werden (Abbildung 8b).

2. Restlücken nach kieferorthopädischer Therapie

Bei einer Patientin mit einer alio loco durchgeführten kieferorthopädischen Therapie mit Exzision der ersten Prämolaren im Oberkiefer stellte sich ein Rezidiv im Sinne



Figures 7a to 7h. a to d) Patient with deep bite and attrition of the palatal surfaces of the upper incisors induced by a posteriorly directed mandibular shift. e and f) Situation before and after orthodontic protrusion of the upper incisors. g and h) Direct composite restoration of the upper central and lateral incisors from the palatal and the frontal view.

Abbildungen 7a bis 7h. a bis d) Patient mit tiefem Biss, distalem Zwangsbiss und dadurch bedingten Attritionen der Palatinalflächen der Oberkieferfrontzähne. e und f) Zustand vor und nach kieferorthopädischer Protrusion der Oberkieferfrontzähne. g und h) Kompositaufbau der Zähne 11, 12, 21, 22 in der Palatinal- und in der Frontalansicht.

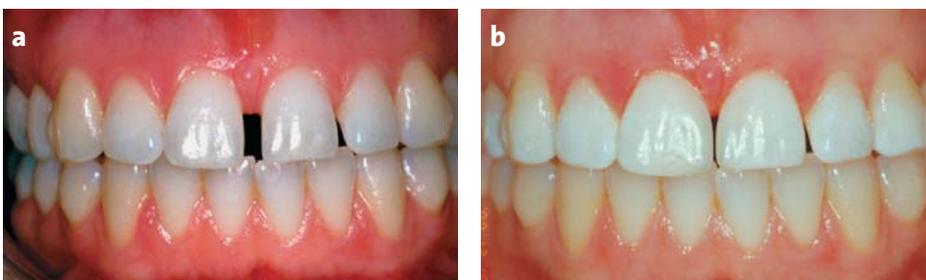
line diastema could be ruled out. The patient was disturbed only by the midline diastema (Figure 8a) and was not interested in any further orthodontic measures. A harmonious result in the anterior dentition could be achieved by building up the mesial surfaces of the upper central incisors with composite (Figure 8b).

2. Residual Spaces after Orthodontic Treatment

A woman who had undergone orthodontic therapy elsewhere with extraction of the upper first premolars present-

einer Lückenöffnung im Bereich der extrahierten Prämolaren ein (Abbildungen 9a und 9b). Die Patientin lehnte eine erneute kieferorthopädische Therapie ab.

Die Lücken wurden mit Komposit durch Verbreiterung des Eckzahnes nach distal und des zweiten Prämolaren nach mesial geschlossen (Abbildungen 9c und 9d). Darüber hinaus störte sich die Patientin an der Stellung des rechten oberen mittleren Schneidezahnes (Abbildung 9e). Zum Ausgleich dieser ästhetischen Fehlstellung wurde der rechte mittlere Schneidezahn in seiner Länge reduziert und



Figures 8a and 8b. a) Patient with tooth size discrepancy and midline diastema. b) Space closure using composite.

Abbildungen 8a und 8b. a) Patientin mit Zahnbreitendiskrepanz und Diastema mediale. b) Lückenschluss mit Komposit.



Figures 9a to 9h. a and b) Situation after orthodontic treatment elsewhere with a residual space between the right upper canine and the second bicuspid. c and d) Space closure using direct composite restorations on the right upper canine and the second bicuspid. e) Disharmonious position of the upper central incisors. f) Recontouring and shape correction of the upper central incisors using composite. g and h) Clinical and periodontal status 2.5 years after direct composite restoration: no apparent changes in shape or color; probing revealed no periodontal inflammation with bleeding or increased probing depths; a new gingival “papilla” has developed in the interdental space.

Abbildungen 9a bis 9h. a und b) Zustand nach kieferorthopädischer Therapie alio loco mit Restlücken zwischen 13 und 15. c und d) Lückenschluss mit Komposit durch Kompositaufbau von 13 und 15. e) Disharmonische Zahnstellung der Zähne 11 und 21. f) Konturierung und Formkorrektur der Zähne 11 und 21 mit Komposit. g und h) Klinische und parodontale Situation 2,5 Jahre nach Formkorrektur: keine sichtbaren Veränderungen der Formkorrektur in Form und Farbe. Beim Sondieren zeigten sich entzündungsfreie parodontale Verhältnisse ohne Bluten oder erhöhte Sondiertiefen; interdental hat sich die Gingiva zu einer neuen „Papille“ geformt.

ed with a relapse in terms of space opening in the region of the extracted premolars (Figures 9a and 9b). She refused further orthodontic treatment. The spaces were closed by enlarging the canine distally and the second premolar mesially with composite (Figures 9c and 9d). Furthermore she was concerned about the position of her right upper central incisor (Figure 9e). For correction of this malalignment, the right central incisor was reduced in length and the opposing central incisor was elongated with a composite build-up of the incisal and mesial ridge to match the form and position of the right upper central incisor (Figure 9f). Over a 2.5-year follow-up, no changes were observed in shape and color (Figures 9g and 9h). No notable marginal leakage was detected, and probing revealed no signs of gingival inflammation.

3. General Hypoplasia of the Dentition

A 19-year-old woman suffering from hypoplasia of the anterior dentition induced by medication during infancy (Figure 10a) could not undergo orthodontic treatment on

der mittlere Schneidezahn der Gegenseite mit einem Kompositaufbau der Inzisalkante und der mesialen Leiste der Form und Stellung des rechten oberen mittleren Schneidezahnes angeglichen (Abbildung 9f). Nach einem Beobachtungszeitraum von 2,5 Jahren waren keine Veränderungen der Formkorrektur in Form und Farbe sichtbar (Abbildung 9g und 9h). Es war keine merkliche Randspaltbildung zu erkennen. Beim Sondieren zeigten sich entzündungsfreie parodontale Verhältnisse.

3. Hypoplasien von Zahnkronen

Bei einer 19-jährigen Patientin, deren Frontzähne aufgrund einer medikamentösen Therapie im Säuglingsalter starke Hypoplasien aufwiesen (Abbildung 10a), war wegen ihres eingeschränkten Gesundheitszustandes keine kieferorthopädische Therapie möglich. Aus diesem Grund erfolgten ausschließlich restaurative Maßnahmen, d.h. die Ober- und Unterkieferfrontzähne wurden mit Komposit aufgebaut, und es konnte eine nahezu geschlossene Zahnreihe erzielt werden (Abbildungen 10b und 10c).



Figures 10a to 10c. a) Patient with poor general health and medication-induced hypoplasia of the incisors; status before the beginning of therapy, showing numerous plaque deposits. b and c) Status after professional cleaning with instruction in oral hygiene and after direct composite restoration of the incisors.

Abbildungen 10a bis 10c. a) Patientin mit eingeschränktem Gesundheitszustand und medikamentös bedingten Hypoplasien der Frontzähne; Ausgangsbild mit zahlreichen harten und weichen Belägen. b und c) Zustand nach professioneller Zahnreinigung mit Mundhygieneinstruktion und Formkorrektur der Frontzähne mit Komposit.

account of her poor general health. Hence, only restorative treatment was carried out. The upper and lower incisors were built up with composite, resulting in almost complete space closure (Figures 10b and 10c).

Discussion

Besides applications in restorative dentistry, composite materials are being increasingly used in the reshaping of teeth [18]. This treatment option may be chosen not only for esthetic but also for functional reasons. In some cases, an optimal esthetic and functional outcome cannot be achieved with orthodontic measures alone.

Hence, the aim of the present study was to demonstrate applications for direct composite restorations with reference to selected cases and to illustrate their wide range of applications in the field of orthodontics.

If orthodontic space closure is carried out in a case of congenitally missing lateral incisors, for instance, repositioning the canines into the lateral incisor space may well produce an esthetically unsatisfactory result. This is a frequently occurring situation, since the upper lateral incisors take second place in the list of congenitally missing teeth in the permanent dentition [2]. Data on the incidence of congenitally missing permanent teeth vary considerably in the literature, ranging from 0.52% to 8.4% according to Alvesalo & Portin [1]. Carlson [12] was one of the first to propagate orthodontic space closure by moving the canines mesially in cases of congenitally missing lateral incisors. However, the question of whether space closure is indicated at all has to be thoroughly considered. Millar & Taylor [27] elaborated the criteria for orthodontic space closure in cases of missing lateral incisors as follows: (1) young patients, (2) skeletal Class I cases where lower arch extractions are indicated, and (3) a favorable color and shape of the maxillary canine. Space closure is also indicated in cases of mesial eruption of the canines or mesial drift within the supporting zone. Special attention should be

Diskussion

Komposite haben neben dem Einsatz zur Defektauffüllung in der restaurativen Zahnheilkunde zunehmend Einsatzmöglichkeiten in der Umgestaltung von Zähnen [18]. Dies kann aus ästhetischer, aber auch aus funktioneller Sicht notwendig sein. Mitunter ist es allein durch kieferorthopädische Maßnahmen nicht möglich, zu einem ästhetisch und funktionell optimalen Ergebnis zu gelangen.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, die Einsatzmöglichkeiten der Komposite anhand von Behandlungsbeispielen aufzuzeigen und ihre vielseitige Anwendbarkeit in der Kieferorthopädie zu veranschaulichen.

Wenn beispielsweise bei Nichtanlage seitlicher Schneidezähne ein kieferorthopädischer Lückenschluss durchgeführt wird, so zeigt die Position des Eckzahn an Stelle des seitlichen Schneidezahnes oft ein ästhetisch wenig befriedigendes Ergebnis. Diese Situation tritt häufig auf, da die seitlichen Schneidezähne im Oberkiefer die am zweithäufigsten aplastischen Zähne im bleibenden Gebiss darstellen [2]. Die Häufigkeit von Nichtanlagen bleibender Zähne wird in der Literatur sehr unterschiedlich angegeben und liegt nach einer Untersuchung von Alvesalo & Portin [1] zwischen 0,52% und 8,4%. Carlson [12] propagierte als einer der Ersten bei Nichtanlagen der seitlichen Schneidezähne den kieferorthopädischen Lückenschluss durch Mesialisierung der Eckzähne. Dabei muss jedoch genau geprüft werden, ob ein kieferorthopädischer Lückenschluss überhaupt sinnvoll ist. Nach Millar & Taylor [27] sprechen bei Fehlen der seitlichen Schneidezähne im Oberkiefer folgende Faktoren für einen kieferorthopädischen Lückenschluss: 1. junge Patienten, 2. Patienten mit einer skelettalen Klasse I und geplanten Extraktionen im Unterkiefer sowie 3. eine günstige Form und Farbe des Eckzahn. Ebenso begünstigen ein mesialer Durchbruch der Eckzähne sowie Mesialwanderungen in den Stützzonen einen Lückenschluss. Dabei ist besonders Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten Beachtung zu schenken, da durch

paid to patients with cleft lip, alveolus and palate, as distalization of the upper premolars and molars would lead to undesirable growth inhibition of the maxilla. In cases of increased overjet, open bite, and a vertical growth pattern, space closure is the treatment of choice when upper lateral incisors are missing. In contrast, orthodontic space opening is preferable in cases of Class I malocclusion where extractions in the lower arch are not indicated [26] and in patients with Class III malocclusion and a retrognathic profile [35]. The type of space closure also has to be considered in patients with traumatic loss of the upper central incisors. If the decision favors space opening, the spaces can be closed prosthetically with a bridge or implants [25, 33]. If all factors tend to give preference to space closure, mesial repositioning of the lateral incisors and the posterior teeth offers an alternative to a prosthetic solution [14, 31]. However, the lack of further restorative treatment results in impaired esthetics and an unstable outcome, as the lateral incisor replacing the central incisor has to have a space on either side because of its lesser mesiodistal width. The canine is moved to the position of the lateral incisor and is very prominent beside the lateral incisor now acting as the central incisor. Therefore, some important factors have to be considered with regard to the shape and position of the canine. These include (1) the pronounced convex curvature of the canine crown, (2) a large canine crown adjacent to a narrow central or lateral incisor, and (3) the frequently marked color difference between the canine and the central or lateral incisor [16, 27, 29, 30]. However, most of these differences can now be offset by using composite materials and by recontouring and selective external bleaching [19, 29, 35–37, 42, 47]. Shape correction represents a minimally invasive restorative procedure preserving a maximum amount of dental hard tissue while optimizing the orthodontic outcome. Investigations of the periodontal effects after repositioning of canines for orthodontic space closure in patients with congenitally missing lateral incisors were carried out by Nordquist and McNeill [32], with no periodontal impairment being observed. Zachrisson & Mjör [48] also found no histologic evidence that recontouring of teeth by selective grinding causes pulpal damage. Thordarson et al. [41] reported finding no irreversible changes to the ground teeth either clinically or radiographically. A negative influence of missing canine guidance on the temporomandibular joint could not be confirmed. Robertsson & Mohlin [34] reported in 2000 that the prevalence of temporomandibular dysfunctions was no higher in cases of orthodontic space closure than in cases of space opening with subsequent prosthodontic treatment.

Besides the esthetic impairment caused by the canine replacing the lateral incisor, tooth size discrepancies (Bolton discrepancy) may also have a disturbing effect in a complete dentition, as resulting spaces may give rise to an

eine Distalisation der Seitenzähne des Oberkiefers eine unerwünschte Wachstumshemmung des Oberkiefers eintreten würde. Bei großer sagittaler Frontzahnstufe, offenem Biss sowie vertikalem Wachstumsmuster ist bei Fehlen der oberen seitlichen Schneidezähne ebenfalls ein Lückenschluss vorzuziehen. Dagegen sprechen eine skelettale Klasse I ohne notwendige Extraktionen im Unterkiefer [26] sowie eine skelettale Klasse III mit retrognathem Einbau des Oberkiefers [35] eher für eine kieferorthopädische Lückenöffnung. Auch bei Verlust der beiden oberen mittleren Schneidezähne durch ein Frontzahntrauma stellt sich die Frage nach der Art der Lückenversorgung. Fällt die Entscheidung zugunsten einer Lückenöffnung, können die Lücken prothetisch mit einer Brücke oder mit Implantaten geschlossen werden [25, 33]. Falls alle Faktoren eher für einen kieferorthopädischen Lückenschluss sprechen, kann die Mesialisierung der seitlichen Schneidezähne und der Seitenzähne eine Alternative zur prothetischen Lückenversorgung darstellen [14, 31]. Danach führt jedoch die Frontzahnstellung ohne weitere restaurative Maßnahmen neben ästhetischen Einbußen zu keinem stabilen Ergebnis, da der seitliche Schneidezahn an Stelle des mittleren Schneidezahnes aufgrund seiner geringeren mesiodistalen Breite lückig eingeordnet werden muss. Der Eckzahn nimmt die Stellung des seitlichen Schneidezahnes ein und erscheint neben dem seitlichen Schneidezahn sehr prominent. Es ist deshalb erforderlich, einige wichtige Faktoren bezüglich der Form und der Stellung des Eckzahnes zu berücksichtigen, wie 1. die ausgeprägte labiale Konvexität der Eckzahnkrone, 2. eine große Eckzahnkrone bei schmalem mittlerem oder seitlichem Schneidezahn und 3. den oft starken Farbunterschied des Eckzahnes zum mittleren oder seitlichen Schneidezahn [16, 27, 29, 30]. Diese Unterschiede können heute durch die Komposittechnik sowie durch das Konturieren und selektive externe Bleichen von Zähnen in der Mehrzahl der Fälle ausgeglichen werden [19, 29, 35–37, 42, 47]. Die Formkorrektur stellt dabei ein minimalinvasives Verfahren dar, durch das unter größtmöglichem Erhalt der Zahnhartsubstanz das kieferorthopädische Ergebnis optimiert werden kann. Untersuchungen über den Zustand des parodontalen Gewebes nach Mesialisierung von Eckzähnen beim kieferorthopädischen Lückenschluss bei Nichtanlage des seitlichen Schneidezahnes wurden von Nordquist & Mc Neill [32] durchgeführt. Dabei konnten keine parodontalen Schädigungen festgestellt werden. Ebenso konnten Zachrisson & Mjör [48] keine histologischen Beweise dafür finden, dass das Konturieren der Zähne durch Substanzabtrag eine Schädigung der Pulpa hervorruft. Auch Thordarson et al. [41] konnten weder klinisch noch röntgenologisch eine irreversible Veränderung der konturierten Zähne feststellen. Ein negativer Einfluss der fehlenden Eckzahnführung auf das Kiefergelenk konnte nicht bestätigt werden. Die Prävalenz kranio-mandibulärer Dysfunktionen war in einer 2000 von Robertsson & Mohlin

esthetic problem especially in the anterior segment [17, 46]. Frequently, the lateral incisors are too small or peg-shaped. At the orthodontic planning stage, the wide applicability of direct composite restorations allows a decision to be made rather against extraction and for retention of the peg-shaped tooth if the growth conditions and anatomic situation suggest that orthodontic space closure may be unfavorable. For instance, a lateral incisor with a peg-shaped crown but a well-developed root can be built up with composite, preventing tipping of the neighboring teeth and restoring the integrity of the dentition. In cleft patients, the prevalence of peg-shaped or congenitally missing lateral incisors is eminently high, so that the treatment of such patients offers a broad scope for the application of composites [20, 21].

Composites can also be used for stabilization or as a retention aid after orthodontic treatment. Initially retruded upper incisors are prone to relapse after orthodontic treatment [7, 11], especially if there is no contact with the lower incisors. In one of the presented cases, a posteriorly directed mandibular shift caused by retruded upper incisors resulted in strong attrition of the palatal surfaces of the upper incisors in an adult patient (Figures 7a to 7h). The mandibular shift was eliminated by orthodontic protrusion of the upper incisors. Building up the palatal surfaces with composite to establish contact with the lower incisors prevents repeated retrusion of the upper incisors while stabilizing the strongly abraded crowns [43]. To stabilize an overbite, especially in patients with a vertical growth pattern and skeletal Class III, the incisors can also be lengthened with composite. This is indicated in particular if the incisors have short roots and can therefore not be further extruded by orthodontic means.

Finally, composites can be used as an alternative to orthodontic therapy. For instance, a midline diastema can be closed with composite even without orthodontic treatment. In the case discussed here, the patient had in addition to a midline diastema a Bolton discrepancy: relatively narrow upper incisors compared with the lower incisors (Figures 8a and 8b). Both the patient's decision against orthodontic treatment and the tooth size discrepancy favored shape correction with composite as the sole measure. As Wise & Nevins [46] pointed out, it is preferable to avoid intrusion of the upper incisors when closing a midline diastema by orthodontic means in cases of minor overjet and overbite. Otherwise the guidance of the anterior teeth may be lost. Shape correction may offer a further alternative to orthodontic treatment in cases of relapse after orthodontic extraction therapy with space closure or when incomplete space closure results in widening of the space between canine and second premolar. In such cases, further orthodontic treatment is often either rejected or not indicated. For example, unfavorable anatomic conditions, such as a deep recess of the maxillary sinus, can make

[34] veröffentlichten Studie bei Lückenschluss nicht häufiger als bei Lückenöffnung mit anschließender prothetischer Versorgung.

Neben der ästhetischen Beeinträchtigung des Eckzahnes an Stelle des seitlichen Schneidezahnes können auch Zahnbreitendiskrepanzen (Bolton-Diskrepanz) in einem vollständigen Gebiss störend wirken, da daraus Lücken resultieren können, die vor allem im Frontzahnbereich ein ästhetisches Problem darstellen können [17, 46]. Häufig sind dabei die seitlichen Schneidezähne zu schmal oder hypoplastisch. Durch den Einsatz von Kompositen kann bei hypoplastischen seitlichen Schneidezähnen in der kieferorthopädischen Planung eine Entscheidung eher gegen eine Extraktion des hypoplastischen Schneidezahnes und zugunsten des Zahnerhaltes getroffen werden, wenn die Wachstumsbedingungen und anatomischen Gegebenheiten einen kieferorthopädischen Lückenschluss ungünstig erscheinen lassen. So ist es beispielsweise möglich, einen seitlichen Schneidezahn mit hypoplastischer Zahnkrone, aber gut ausgebildeter Zahnwurzel mit Komposit aufzubauen, so dass eine Kippung der Nachbarzähne vermieden und die Integrität der Zahnreihe wiederhergestellt werden kann. Die Prävalenz von hypoplastischen oder nicht angelegten seitlichen Schneidezähnen ist bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten besonders hoch. Deshalb bietet gerade die Behandlung von Patienten mit dieser Fehlbildung ein vielfältiges Einsatzgebiet für Komposite [20, 21].

Auch zur Stabilisierung des kieferorthopädischen Behandlungsergebnisses nach kieferorthopädischer Therapie können Komposite eingesetzt werden. Häufig tritt bei initial nach palatinal gekippten oberen Frontzähnen nach abgeschlossener kieferorthopädischer Therapie ein Rezidiv auf [7, 11]. Die Rezidivgefahr ist vor allem dann gegeben, wenn keine Abstützung durch die Unterkieferfrontzähne gewährleistet ist. In einem der dargestellten Behandlungsbeispiele führte bei einem erwachsenen Patienten ein distaler Zwangsbiss, der durch eine steil stehende Oberkieferfront verursacht wurde, zu starken Attritionen der Palatinalflächen der Oberkieferfrontzähne (Abbildungen 7a bis 7h). Der distale Zwangsbiss wurde kieferorthopädisch durch Protrusion der Oberkieferfrontzähne aufgehoben. Durch den Aufbau der Palatinalflächen mit Komposit kann eine erneute Retrusion der Oberkieferfront verhindert werden, da eine Abstützung durch die Unterkieferfrontzähne erreicht wurde. Gleichzeitig konnten die durch Attrition stark abradierten Zahnkronen stabilisiert werden [43]. Auch zur Sicherung des Overbites, besonders bei vertikalem Wachstumsmuster und skelettaler Klasse III, kann es hilfreich sein, den Overbite durch Verlängerung der Inzisalkanten mit Komposit zu sichern. Dies ist insbesondere dann indiziert, wenn aufgrund von kurzen Wurzeln im Frontzahnbereich keine weitere kieferorthopädische Extrusion der Frontzähne möglich ist.

complete orthodontic space closure difficult or even impossible [44, 45]. In such cases, direct composite restorations of the adjacent teeth present a possibility for space management.

Finally, shape correction may offer an alternative if orthodontic therapy is contraindicated for reasons of general health. In the present case (Figures 10a to 10c), a young woman had medically induced hypoplasia and dysplasia of several of the incisors, which were slightly protruded. As the patient's compromised health ruled out any combined orthodontic-restorative or orthodontic-prosthetic treatment, composite restorative therapy of the hypoplastic and dysplastic teeth seemed the best plan.

Despite the increased abrasion resistance and color stability of modern composites, food and beverages such as coffee can cause changes in color [15]. Similarly, tobacco products may lead to surface staining of composites. Inadequate oral hygiene also increases the risk of discoloration due to organic acids formed by plaque-associated microorganisms [3]. The prerequisites for color stability of composite restorations are adequate polymerization and optimum polishing [15]. Any discolorations caused by deposits or affecting only the surface of the restoration can be corrected by careful reworking and polishing. However, special attention must be paid to composite materials when employing air polishing devices for this purpose, as their use may increase the surface roughness of composite restorations and thus increase the risk of discolorations [13]. Besides discolorations, minor defects can occur in the composite restoration. Most of these are fractures of marginal ridges. Appropriate conditioning of the composite surface, however, allows the restoration to be repaired, thus dispensing with the need for a new restoration [10].

Our experience in using contemporary composites for shape correction covers an 8-year period. The replacement interval for composite restorations used for shape correction needs to be evaluated within the framework of clinical studies.

Conclusions

In summary, the presented cases led to the following conclusions:

The range of indications for composite-based shape correction is being continuously expanded by improved properties of contemporary composites. Shape correction is always indicated if orthodontic treatment alone is not indicated or not sufficient on account of misshapen teeth or unfavorable anatomic conditions.

Our experience to date confirms the durability of composite restorations and the stability of the periodontal status. Any discolorations and defects occurring can frequently be corrected by polishing and repair. Shape correction thus offers an adjunct to orthodontic treatment, enabling the treatment outcome to be optimized with min-

Schließlich können Composite auch alternativ zur kieferorthopädischen Therapie verwendet werden. So ist es beispielsweise möglich, ein Diastema mediale auch ohne kieferorthopädische Maßnahmen mit Komposit zu schließen. In unserem Behandlungsbeispiel lag bei einer Patientin zusätzlich zu einem Diastema mediale eine Bolton-Diskrepanz vor: Die oberen Frontzähne waren im Vergleich zu den unteren Frontzähnen zu schmal (Abbildungen 8a und 8b). Sowohl die Entscheidung der Patientin gegen eine kieferorthopädische Therapie als auch das Vorliegen der Bolton-Diskrepanz ließen die Formkorrektur mit Komposit als alleinige Maßnahme sinnvoll erscheinen. Wise & Nevins [46] weisen darauf hin, bei geringem vertikalen und sagittalen Überbiss eine Intrusion der Oberkieferfrontzähne zum kieferorthopädischen Lückenschluss eines Diastema mediale zu vermeiden, da daraus ein Verlust der Frontzahnführung resultiert. Eine weitere Alternative zur kieferorthopädischen Therapie kann die Formkorrektur darstellen, wenn sich nach einer kieferorthopädischen Extraktionstherapie mit Lückenschluss eine erneute Lückenöffnung oder bei nicht vollständig erfolgtem Lückenschluss eine Lückenverbreiterung zwischen Eckzahn und zweitem Prämolaren einstellt, da oft keine weitere kieferorthopädische Therapie erwünscht oder indiziert ist. Beispielsweise können ungünstige anatomische Gegebenheiten, wie ein tiefer Rezessus der Kieferhöhle, einen vollständigen kieferorthopädischen Lückenschluss erschweren oder unmöglich machen [44, 45]. Hier stellen Kompositaufbauten der Zähne, welche die Lücke begrenzen, eine Möglichkeit des Lückenmanagements dar.

Zuletzt kann die Formkorrektur eine Alternative zur kieferorthopädischen Therapie darstellen, wenn aus allgemeinmedizinischen Gründen eine kieferorthopädische Behandlung nicht durchführbar ist. In unserem Behandlungsbeispiel (Abbildungen 10a bis 10c) wies eine junge Patientin medikamentös bedingte Hypo- und Dysplasien mehrerer Frontzähne auf. Die Frontzähne standen in leicht protrudierter Position. Der Allgemeinzustand der Patientin ließ keine kombiniert kieferorthopädisch-konservierende oder kieferorthopädisch-prothetische Versorgung zu, so dass die Formkorrektur der hypo- und dysplastischen Zähne mittels Komposit als alleinige Maßnahme sinnvoll erschien.

Trotz der erhöhten Abrasionsfestigkeit und Farbbeständigkeit der modernen Composite können Nahrungs- und Genussmittel, wie z.B. Kaffee, zu Farbveränderungen führen [15]. Ebenso können sich auch durch Rauchen Ablagerungen auf der Oberfläche von Kompositen bilden. Eine unzureichende Mundhygiene erhöht das Risiko von Verfärbungen. Verantwortlich dafür sind organischen Säuren, die von plaqueassoziierten Mikroorganismen gebildet werden [3]. Voraussetzung für die Farbbeständigkeit der Formkorrekturen sind eine ausreichende Polymerisation und eine optimale Politur [15]. Sollten Farbveränderungen

imum loss of dental hard tissue. However, the use of composites for shape correction requires correct, meticulous handling of the composite materials and full awareness of the esthetic principles involved.

Acknowledgments

The authors are most grateful to Dr. D. Woodnutt and Dr. P. Tomakidi for critical reading of the manuscript and for stylistic improvements.

References

1. Alvesalo L, Portin P. The inheritance pattern of missing, peg-shaped and strongly mesio-distally reduced upper lateral incisors. *Acta Odontol Scand* 1969;27:563–75.
2. Asher C, Lewis DH. The integration of orthodontic and restorative procedures in cases with missing maxillary incisors. *Br Dent J* 1986;160:241–5.
3. Asmussen E, Hansen EK. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. *Scand J Dent Res* 1986;94:174–7.
4. Ballard ML. Asymmetry in tooth size: A factor in the etiology, diagnosis, and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1944; 14:67–71.
5. Baratieri LN, Monteiro S, Caldeira de Andrada MA, et al. Esthetic principles. In: Baratieri LN, et al., eds. *Esthetics – direct adhesive restorations on fractured anterior teeth*. Sao Paulo: Quintessence, 1998:35–53.
6. Baurle T, Lange R. Influence of light on color choice. *Quintessenz* 1981;32:2125–31.
7. Binda SK, Kuijpers-Jagtman AM, Maertens JK, et al. A long term cephalometric evaluation of treated Class II Division 2 malocclusions. *Eur J Orthod* 1994;16:301–8.
8. Black GV. *Descriptive anatomy of the human teeth*, 4th edn. Philadelphia: S.S. White Dental Manufacturer Co., 1902.
9. Bolton WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1958; 28:113–30.
10. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, et al. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent* 1997;77:122–6.
11. Canut JA, Arias S. A long-term evaluation of treated Class II Division 2 malocclusion: a retrospective study model analysis. *Eur J Orthod* 1999;21:377–86.
12. Carlson H. Suggested treatment for missing lateral incisors. *Angle Orthod* 1952;22:205–16.
13. Carr MP, Mitchell JC, Seghi RR, et al. The effect of air polishing on contemporary esthetic restorative materials. *Gen Dent* 2002; 50:238–41.
14. Chaushu S, Becker A, Zalkind M. Prosthetic considerations in the restoration of orthodontically treated maxillary lateral incisors to replace missing central incisors: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2001;85:335–41.
15. Dietschi D, Campanile G, Holz J, et al. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: An in vitro study. *Dent Mater* 1994;10:353–62.
16. Dietschi D, Schatz J-P. Current restorative modalities for young patients with missing anterior teeth. *Quintessence Int* 1997; 28:231–9.

sichtbar werden, die durch Ablagerungen verursacht wurden oder die nur die Oberflächenschicht der Restauration betreffen, können diese durch eine sorgfältige Nacharbeit und Politur wieder ausgeglichen werden. Bei der Zahnreinigung mit Pulverstrahlgeräten sollte auf Kompositmaterialien besondere Rücksicht genommen werden, da sich durch ihren Einsatz die Rauigkeit der Oberfläche der Kompositrestauration und damit das Risiko von Verfärbungen erhöht [13]. Neben Verfärbungen können auch kleinere Defekte in der Kompositrestauration entstehen. Dabei handelt es sich meist um Randfrakturen. Durch geeignete Konditionierung der Kompositoberfläche ist jedoch auch eine Reparatur der Restauration möglich, ohne dass eine Neuanfertigung notwendig wird [10].

In unserer Erfahrung im Einsatz mit modernen Kompositen zur Formkorrektur können wir über einen Zeitraum bis zu 8 Jahren zurückblicken. Nach welchem Zeitraum Kompositrestaurationen zur Formkorrektur als erneuerungsbedürftig anzusehen sind, muss im Rahmen klinischer Studien evaluiert werden.

Schlussfolgerungen

Die aufgezeigten Behandlungsbeispiele lassen zusammenfassend folgende Schlussfolgerungen zu:

Das Indikationsspektrum für Formkorrekturen mit Komposit wird durch die Einsatzmöglichkeiten der heute zur Verfügung stehenden Composite zunehmend erweitert. Formkorrekturen sind immer dann indiziert, wenn aufgrund von Formanomalien bzw. ungünstigen anatomischen Gegebenheiten eine kieferorthopädische Behandlung allein nicht sinnvoll oder ausreichend ist.

Unsere bisherigen Erfahrungen bestätigen die Beständigkeit der Kompositrestaurationen und die Stabilität der parodontalen Situation. Auftretende Verfärbungen und Defekte lassen sich häufig durch Politur und Reparatur ausgleichen. Formkorrekturen stellen damit eine Ergänzung zur kieferorthopädischen Therapie dar, wobei unter minimalem Verlust von Zahnhartsubstanz das kieferorthopädische Behandlungsergebnis optimiert werden kann. Die Anwendung von Kompositen zur Formkorrektur setzt jedoch den korrekten und sorgfältigen Umgang mit den Kompositmaterialien und die Auseinandersetzung mit ästhetischen Prinzipien voraus.

Danksagung

Unser Dank gilt Dr. D. Woodnutt and Dr. P. Tomakidi für das kritische Lesen des Manuskriptes sowie für die stilistischen Verbesserungen.

17. Fields HW. Orthodontic-restorative treatment for relative mandibular anterior excess tooth-size problems. *Am J Orthod* 1981;79:176–83.
18. Heidemann D, Hellwig E, Hickel R, et al. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) und der Hochschullehrer für Zahnerhaltung. Direkte Kompositrestaurationen – Erweiterte Anwendung im Front- und Seitenzahngebiet. *Zahnärztl Mitt* 2003;93:46–7.
19. Heymann HO, Hershey HG. Use of composite resin for restorative and orthodontic correction of anterior interdental spacing. *J Prosthet Dent* 1985;53:766–71.
20. Hickel R, Hickel R. Care of anterior diastemata in patients with lip-jaw-palate-cleft. *Fortschr Kieferorthop* 1989;50:75–80.
21. Jordan RE, Kraus BS, Neptune CM. Dental abnormalities associated with cleft lip and/or palate. *Cleft Palate J* 1966;3:22–55.
22. Kersten S, Lutz F, Besek M. Zahnfarbene adhäsive Füllungen im Seitenzahnbereich. Zürich: Eigenverlag PPK, 1999:90–100.
23. Kersten S, Lutz F, Besek M. Zahnfarbene adhäsive Füllungen im Seitenzahnbereich. Zürich: Eigenverlag PPK, 1999:100–6.
24. Klaißer B, Hugo B, Hofmann N. Improving outcome: anterior restorations. In: Wilson NHF, Roulet J-F, Fuzzi M, eds. *Advances in Operative Dentistry, Vol 2*. Chicago–Berlin–London–Tokyo–Paris: Quintessence Publishing Co, Inc., 2001:185–96.
25. Leroy RL, Aps JK, Raes FM, et al. A multidisciplinary treatment approach to a complicated maxillary dental trauma: a case report. *Endod Dent Traumatol* 2000;16:138–42.
26. McNeill RW, Joondeph, DR. Congenitally absent maxillary lateral incisors: treatment planning considerations. *Angle Orthod* 1973;43:24–9.
27. Millar BJ, Taylor NG. Lateral thinking: the management of missing upper lateral incisors. *Br Dent J* 1995;5:99–106.
28. Miller The. Orthodontic therapy for the restorative patient. Part II: The esthetic aspects. *J Prosthet Dent* 1989;61:402–11.
29. Miller The. Implications of congenitally missing teeth: Orthodontic and restorative procedures in the adult patient. *J Prosthet Dent* 1995;73:115–22.
30. Miller WB, McLendon WJ, Hines FB 3rd. Two treatment approaches for missing or peg-shaped maxillary lateral incisors: a case study on identical twins. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:249–56.
31. Mondelli J, Segala AD, Pereira JC. Integrated orthodontic and restorative procedures for replacement of lost central incisors. *J Esthet Dent* 1999;11:124–34.
32. Nordquist GG, McNeill RW. Orthodontics vs. restorative treatment of the congenitally absent lateral incisor – long term periodontal and occlusal evaluation. *J Periodontol* 1975;46:139–43.
33. Pröbster L. All-ceramic crowns on modified ceraOne abutments: a case report. *Quintessence Int* 1998;29:52–65.
34. Robertsson S, Mohlin B. The congenitally missing upper lateral incisor. A retrospective study of orthodontic space closure versus restorative treatment. *Eur J Orthod* 2000;22:697–710.
35. Rosa M, Zachrisson BU. Integrating esthetic dentistry and space closure in patients with missing maxillary lateral incisors. *J Clin Orthod* 2001;35:221–34.
36. Roth PM, Gerling JA, Alexander RG. Congenitally missing lateral incisor treatment. *J Clin Orthod* 1985;19:258–62.
37. Sabri R. Management of missing maxillary lateral incisors. *J Am Dent Assoc* 1999;130:80–4.
38. Sarrett DC, Soderholm KJ, Batich CD. Water and abrasive effects on three-body wear of composites. *J Dent Res* 1991;70:1074–81.
39. Shaw WC, Rees G, Dawe M, et al. The influence of dentofacial appearance on the social attractiveness of young adults. *Am J Orthod* 1985;87:21–6.
40. Staehle HJ. Minimally invasive restorative treatment. *J Adhes Dent* 1999;1:267–82.
41. Thordarson A, Zachrisson BU, Mjör IA. Remodeling of canines to the shape of lateral incisors by grinding. Long term clinical and radiographic evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100:123–32.
42. Turverson DL. Orthodontic treatment using canines in place of missing maxillary lateral incisors. *Am J Orthod* 1970;58:109–27.
43. Watson ML, Burke FJ. Investigation and treatment of patients with teeth affected by tooth substance loss: a review. *Dent Update* 2000;27:175–83.
44. Wehrbein H, Bauer W, Schneider B et al. Experimental bodily tooth movement through the bony floor of the nose – a pilot study. *Fortschr Kieferorthop* 1990;51:271–6.
45. Wehrbein H, Bauer W, Wessing G, et al. The effect of the maxillary sinus floor on orthodontic tooth movement. *Fortschr Kieferorthop* 1990;51:345–51.
46. Wise RJ, Nevins M. Anterior tooth size analysis (Bolton Index): How to determine anterior diastema closure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1988;8:8–23.
47. Zachrisson BU. Improving orthodontic results in cases with maxillary incisors missing. *Am J Orthod* 1978;73:274–89.
48. Zachrisson BU, Mjör IA. Remodeling of teeth by grinding. *Am J Orthod* 1975;68:545–53.

Address for Correspondence

Dr. Eva Müssig
 Poliklinik für Kieferorthopädie
 Im Neuenheimer Feld 400
 69120 Heidelberg
 Germany
 Phone (+49/6221) 56-6565, Fax -5753
 e-mail: eva_muessig@med.uni-heidelberg.de