

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt die wichtigen Okklusionsfaktoren, die zur Kontrolle von erreichten Behandlungszielen überprüft werden sollten. Ideale Okklusionsverhältnisse sind zwar bei Kindern und Jugendlichen erstrebenswert, bei erwachsenen Patienten jedoch nicht immer unbedingt erforderlich. Im Einzelnen wird ausgeführt, auf welche Weise Fehlbisslagen im Seitenzahnbereich bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen behandelt werden können. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf Patienten mit parodontalen oder prothetischen Problemen, die in Verbindung mit einer kieferorthopädischen Therapie behandelt werden sollen.

Schlüsselwörter

Finishing · KFO – Prothetik

Abstract

This article identifies and describes the important occlusal factors that should be evaluated by clinical orthodontists to determine if their treatment objectives and goals have been fulfilled. Although ideal occlusal relationships are desirable for adolescents and children, these same goals may not be necessary or appropriate for adults. This review points out when and how posterior malocclusion should be addressed and treated in children, adolescents, and adult orthodontic patients. Special emphasis is directed toward those orthodontic patients who have periodontal or restorative needs that will be treated as a part of the orthodontic therapy.

Key words

Finishing · orthodontics – prosthodontics

Einführung

In der Vergangenheit behandelten Kieferorthopäden in erster Linie Kinder und Jugendliche. Die kieferorthopädische Feinausrichtung der Zähne ist bei solchen Patienten zwar immer noch eine diffizile Sache. Allerdings ist ein exzellentes Ergebnis einfacher zu erreichen, wenn noch sämtliche Zähne ungeschädigt und in jugendlich resilienten Parodontien vorhanden sind. Heutzutage behandeln Kieferorthopäden immer mehr Erwachsene. In einigen Praxen sind bereits 30–40% der Patienten älter als

25 Jahre. Erwachsene sind zwar wunderbare Patienten, häufig sind ihre Zähne jedoch bereits abradert, prothetische Versorgungen sind insuffizient, es fehlen Zähne, die Platzverhältnisse sind ungleichmäßig und es liegen weitere prothetische Probleme vor. Solche Verhältnisse beeinträchtigen natürlich das „Erscheinungsbild“ einer „gut gelungenen Justierung“ der Zähne. Kann es daher sinnvoll sein, dieselben Richtlinien und Regeln auf einen Erwachsene anzuwenden, die für die Feinausrichtung beim vollbezahnten Kind gelten? Aller Wahrscheinlichkeit nach nicht. Im vorliegenden Beitrag werden die für den gesunden und

Institutsangaben

Abteilung für Kieferorthopädie, School of Dentistry, University of Washington, USA

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Vincent G. Kokich · 1950 South Cedar · USA-Tacoma WA 98405 · Tel.: +1/253/627 56 88 · Fax: +1/253/272 67 19 · E-mail: vggkokich@u.washington.edu

Bibliografie

Inf Orthod Kieferorthop 2006; 38: 257–269 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
DOI 10.1055/s-2006-955241
ISSN 0022-0336

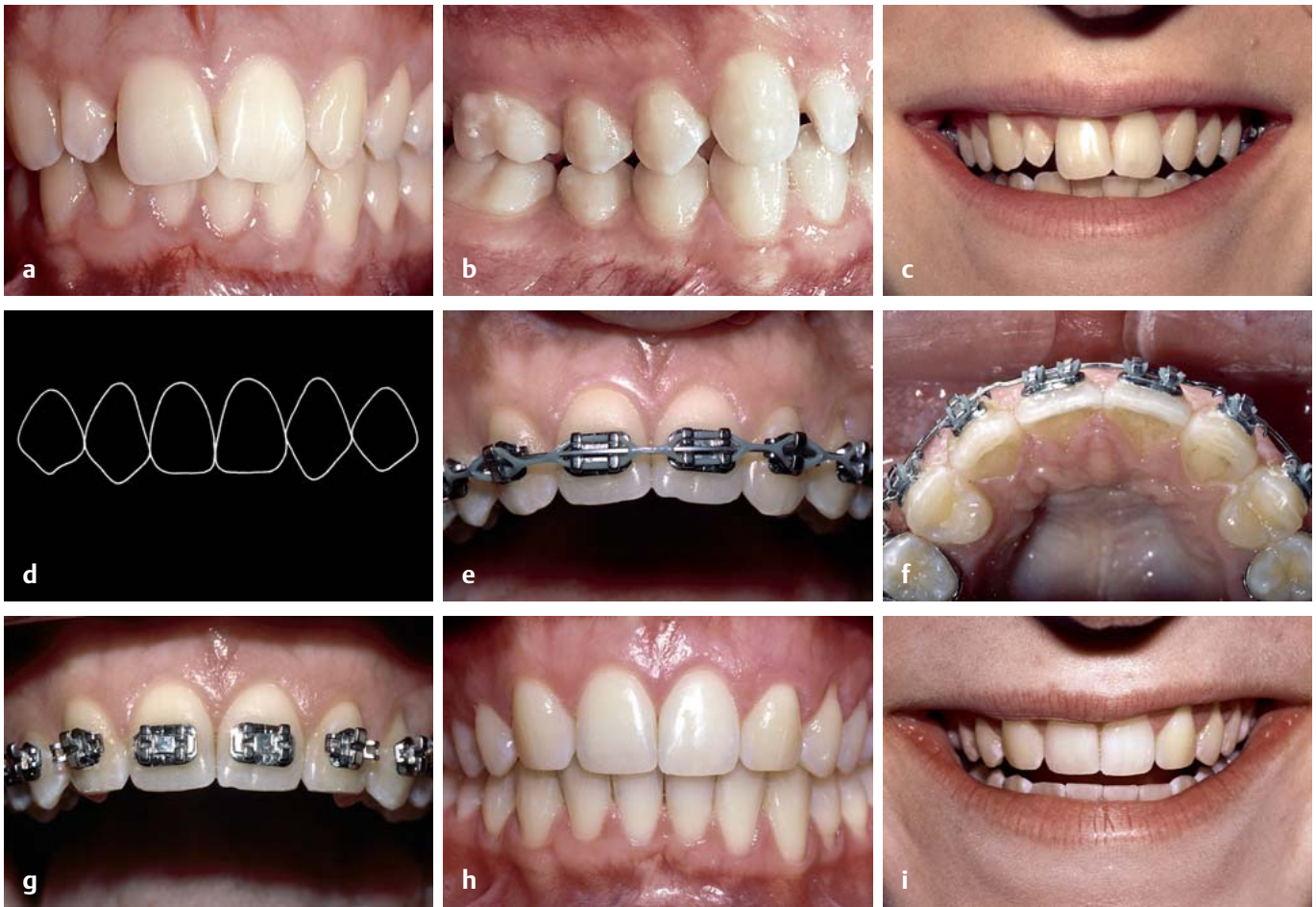


Abb. 1 Bei dieser jungen Frau war der obere linke seitliche Schneidezahn nicht angelegt und die Krone des oberen rechten seitlichen Schneidezahnes war zapfenförmig ausgebildet (a). Sie hatte im Molarenbereich eine bilaterale Klasse-II-Beziehung (b). Beim Lächeln (c) verlief der Unterrand der Oberlippe geringfügig koronal des Gingivasau- mes der oberen Frontzähne. In diesem Fall sollte der Zapfenzahn extra-

hiert und die beiden seitlichen Schneidezähne durch die Eckzähne ersetzt werden. Deren klinische Kronen waren für seitliche Schneidezähne jedoch zu lang (d, e). Sie wurden daher extrudiert und nachfolgend eingekürzt (f, g). Schließlich wurden die Schneidekanten noch palatinal eingeschliffen, damit beide Zähne am Ende der kieferorthopädischen Behandlung nicht zu prominent wirkten (h, i).

vollbezahnten Patienten gültigen okklusalen Parameter für die Justierung von Zähnen vorgestellt und erklärt, wie diese sich modifizieren lassen, um auch beim prothetisch problematischen Patienten ein sehr gutes kieferorthopädisches Behandlungsergebnis erreichen zu können.

Ausrichtung der Zähne

Bei jeder Behandlungsplanung sollte eines der Hauptziele darin bestehen, die Zähne richtig gegeneinander auszurichten. Wie kann man aber in der Praxis feststellen, ob dies auch gelungen ist? Welche Zahnmerkmale können dabei helfen, eine korrekte Zahn-Gegenzahn-Beziehung einzustellen? Vom American Board of Orthodontics liegen in einem Beitrag von Casco u. Mitarb. [1] Richtlinien und objektive Parameter zusammengefasst vor, mit deren Hilfe sich die Ausrichtung von Front- und Seitenzähnen beurteilen lässt. Im unteren Frontzahnsegment werden die labioinzisalen Kanten der unteren Schneide- und Eckzähne als Referenz für die richtige Justierung herangezogen. Diese Zahnflächen wurden ausgewählt, weil es sich dabei um die eigentlichen „Arbeitsflächen“ der Zähne handelt. Außerdem wird die ästhetische Wir-

kung dieser Zähne davon bestimmt, ob die labioinzisalen Kanten richtig ausgerichtet worden sind. Im oberen Frontzahnsegment wird die richtige Justierung anhand der Lingualflächen der Schneide- und Eckzähne beurteilt. Auch bei diesen Flächen handelt es sich um die eigentlichen aktiven Funktionsareale der Zahnkronen. Werden diese Zahnflächen korrekt justiert, stehen die oberen Schneidezähne in ihrer ästhetisch optimalen Beziehung.

Wird das Okklusionsschema verändert, müssen diese Richtlinien entsprechend abgeändert werden. Dies ist beispielsweise notwendig, wenn obere seitliche Schneidezähne durch Eckzähne ersetzt werden sollen. Obere Eckzähne sind länger und dicker als seitliche Schneidezähne. Sie müssen daher so weit extrudiert werden, bis ihr Gingivasaum koronal des Gingivarandes der mittleren Schneidezähne zu liegen kommt. Die Spitzen müssen abgeschliffen und gelegentlich auch umgestaltet werden, damit sie seitlichen Schneidezähnen entsprechen (Abb. 1). Die Inzisalkanten müssen schließlich von palatinal dünner geschliffen werden, damit die Eckzähne nicht dominanter wirken, als die mittleren Schneidezähne. Mit diesen Maßnahmen lassen sich Eckzähne so weit umgestalten, dass sie anstelle der seitlichen Schneidezähne natürlicher aussehen.

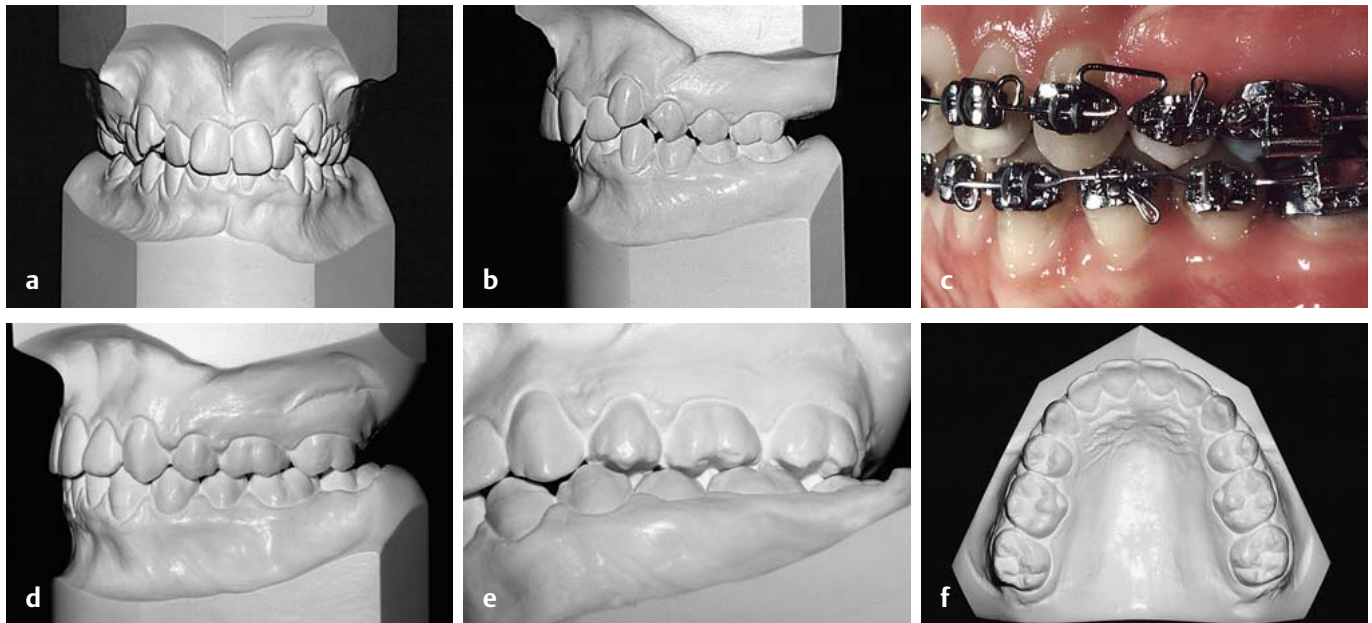


Abb. 2 Bei dieser jungen Frau lag eine Fehlbisslage der Klasse II/2 mit geringem frontalem oberem Engstand vor (a, b). Ihr Behandlungsplan sah eine Extraktion der beiden oberen ersten Prämolaren vor. Danach würden die Molaren in einer Klasse-II-Beziehung stehen (c). Bei diesem Okklusionsschema kommen die bukkalen Höcker der unteren zweiten

Prämolaren in der mesialen Fissur der oberen ersten Molaren zu liegen (d, e). Um die Kontaktverhältnisse in diesem Bereich zu verbessern, wurden die oberen Molaren geringfügig nach mesial rotiert (f). Dies gelang durch eine Einwärtsbiegung (Inset) 2. Ordnung im Bogen Draht mesial des ersten Prämolaren.

Im Bereich der unteren seitlichen Segmente werden die bukkalen Höcker der Prämolaren und der Molaren zur Bestimmung der richtigen Zahnstellung herangezogen. Diese Höcker sollten bei jeder ausgewählten Zahnbogenform ausgerichtet werden. Diese anatomische Struktur wurde als Richtlinie ausgewählt, weil es sich dabei um die funktionellen Bereiche der Zahnkronen handelt, die sich zudem einfach intraoral beurteilen lassen. In den oberen Seitenzahsegmenten lässt sich die korrekte Ausrichtung der Zähne anhand der Zentralfissuren der Prämolaren und der Molaren überprüfen. Abhängig von der individuellen Zahnbogenform sollten diese Fissuren auf einer Linie liegen. Auch bei diesem intraoral einfach zu überprüfenden anatomischen Merkmal handelt es sich um die funktionellen Bereiche der jeweiligen Zahnkronen.

Wird das Okklusionsschema geändert, so sind diese Richtlinien entsprechend zu modifizieren. Werden beispielsweise zwei obere Prämolaren extrahiert und der Patient in einer Klasse-II-Molarenbeziehung eingestellt (Abb. 2), so haben die oberen ersten Molaren keinen Kontakt mehr zu den unteren ersten Molaren, sondern treffen auf die unteren zweiten Prämolaren. Damit die bukkalen Höcker der unteren zweiten Prämolaren Kontakt zu den Randleisten oder den mesialen Fissuren der oberen ersten Molaren bekommen können, müssen die oberen ersten Molaren mesial geringfügig nach palatinal rotiert werden. Durch diese minimale Modifikation der Richtlinien lassen sich im Seitenzahnggebiet bessere Kontaktverhältnisse erreichen.

Die Justierung der Seitenzähne muss ebenfalls geringfügig modifiziert werden, wenn etwa untere Prämolaren extrahiert werden müssen und der Patient in eine Klasse-III-Bisslage gebracht werden soll (Abb. 3). Bei dieser Situation treffen die oberen zweiten Prämolaren in die Zentralfissur der unteren ersten Molaren. Um

die Kontaktverhältnisse zu verbessern, müssen daher die oberen zweiten Prämolaren geringfügig nach bukkal bewegt werden. Im Allgemeinen verändert sich der untere Zahnbogen nicht, wenn das Okklusionsschema geändert wird. Kompensationen werden im Seitenzahnbereich daher üblicherweise mit Hilfe der oberen Prämolaren und Molaren durchgeführt.

Beim erwachsenen Patienten erschweren mehrere bestehende Zahnlucken die kieferorthopädische Ausrichtung der Zähne deutlich. In solchen Fällen richtet sich die zukünftige Zahnstellung nach der geplanten prothetischen Versorgung mit Implantaten oder Brücken. Hierbei ist ein diagnostisches Wax-up zur Bestimmung der richtigen Zahnstellungen unerlässlich [2]. In Zusammenarbeit mit dem Prothetiker kann der Kieferorthopäde in solchen Fällen die Zahnstellung an die Anforderungen der zukünftigen prothetischen Versorgung anpassen und die Arbeit des Kollegen unterstützen.

Randleisten

Die vertikale Position der oberen und der unteren Seitenzähne lässt sich anhand der Randleisten beurteilen [1]. In einem jugendlichen Gebiss ohne Zahnabrasionen, ohne Füllungen und ohne Parodontopathien sind die Randleisten eine gute Hilfe bei der Überprüfung der vertikalen Zahnstellung. Befinden sich die Randleisten benachbarter Seitenzähne auf gleicher Höhe, so liegen Höcker und Fissuren dieser Zähne ebenfalls auf gleicher Höhe. Beim Schließen der Zahnreihen kommt es daher zu einer harmonischen Okklusion. Vielleicht noch wichtiger ist in diesem Zusammenhang, dass die Schmelz-Zement-Grenzen der Seitenzähne bei auf gleicher Höhe befindlichen Randleisten ebenfalls auf einer Ebene liegen. Interdental verläuft der Alveolarknochen

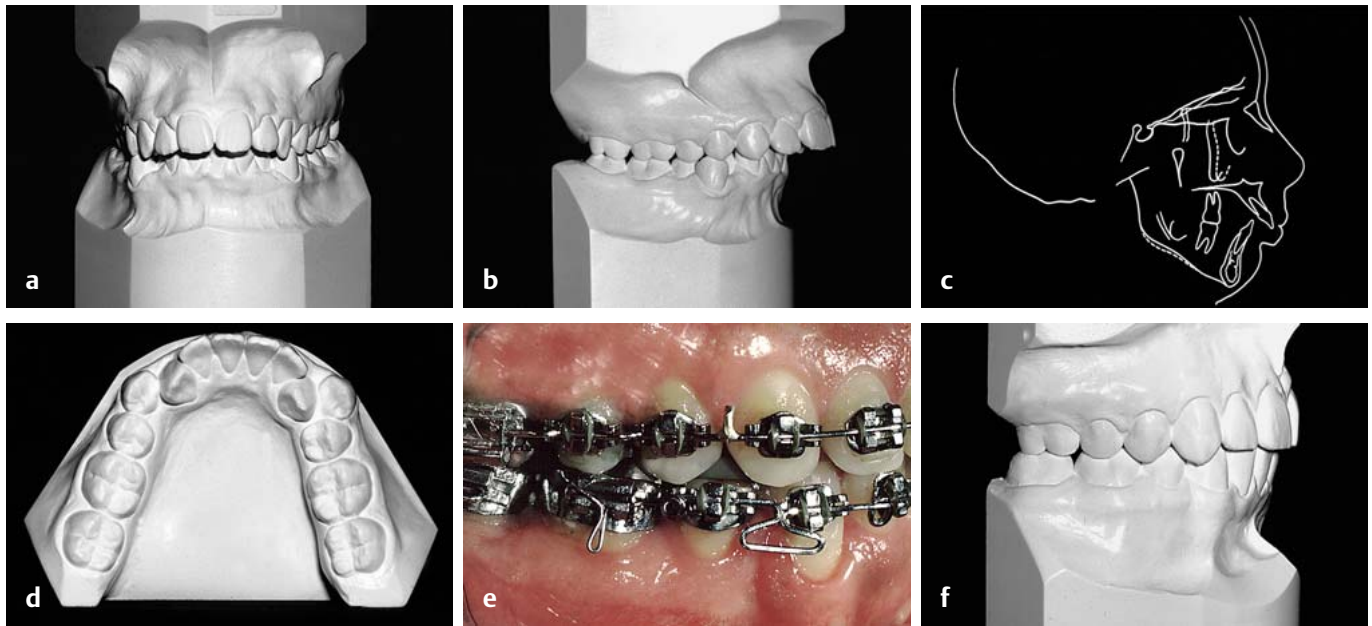


Abb. 3 Diese erwachsene Frau hatte eine ausgeprägte Fehlbisslage der Klasse II/1 mit großer sagittaler Frontzahnstufe und mandibulärer Retrognathie (a, b). Aufgrund der Engstände im Unterkiefer (d) mussten die unteren ersten Prämolaren entfernt werden. Der Overjet wurde im Rahmen eines chirurgischen Eingriffs mittels Osteotomie und Mesialverlagerung der Mandibula korrigiert. Als Ergebnis wurde eine Mola-

renbeziehung der Klasse III eingerichtet, bei der der obere zweite Prämolare genau über dem unteren ersten Molaren zu liegen kam (e). Zur Einstellung guter Okklusionsverhältnisse war bei dieser ungewöhnlichen Zahnposition eine Auswärtsbiegung (Offset) 2. Ordnung im oberen Bogendraht mesial des zweiten Prämolaren erforderlich (e, f).

dabei horizontal, was bessere parodontale Verhältnisse zur Folge hat. Aus diesen Gründen stellen die Randleisten der Seitenzähne ein gutes Hilfsmittel für die vertikale Ausrichtung dieser Zähne dar.

Beim erwachsenen Patienten mit Parodontopathien, Zahnabrationen und Füllungen oder prothetischen Versorgungen eignen sich die Randleisten der Seitenzähne jedoch weniger gut als Anhaltspunkt für die Zahnstellung. Bei solchen Fällen sollte man sich zur Bestimmung der korrekten vertikalen Zahnposition besser am interdentalen Verlauf des Alveolarfortsatzes orientieren [3]. Dies gilt besonders bei Patienten mit parodontalen Rezessionen und interdentalen Alveolarknochenverlust (Abb. 4). Ist in solchen Fällen eine kieferorthopädische Behandlung zur Korrektur einer Fehlbisslage erforderlich, so ist es von Vorteil, solche parodontal geschädigte Zähne zu extrudieren. Dadurch kann der Verlauf des Alveolarknochens harmonisiert, die Taschentiefe verringert und der Alveolarknochendefekt ausgeglichen werden. Solche Zähne müssen schließlich okklusal gekürzt werden, damit keine Frühkontakte im Gegenkiefer entstehen. In der Regel muss jedoch nicht stark eingeschliffen werden und häufig sind bereits gefüllte oder prothetisch versorgte Zähne betroffen.

Inklination im Seitenzahnbereich

Die transversale Inklination der Seitenzähne lässt sich anhand der bukkalen und der oralen Höcker der oberen und der unteren Seitenzähne beurteilen. Dieses Phänomen wird auch als Wilson-Kurve bezeichnet und kann als gleichmäßige Höckerverbindungskurve beschrieben werden, auf der die lingualen Höcker der unteren Seitenzähne etwas weiter apikal zu liegen kommen

als die bukkalen Höcker. Das American Board of Orthodontics hat im Jahr 1989 [1] eine genaue Definition dieser Lagebeziehungen vorgelegt. Danach sollten sich die lingualen Höcker der unteren Seitenzähne entweder auf gleicher Höhe befinden wie die bukkalen Höcker oder maximal 1 mm weiter apikal. Bei einer solchen Lagebeziehung verlaufen die Okklusalflächen der unteren Seitenzähne relativ horizontal. Dies erleichtert das Einrichten der oberen palatinalen Höcker in die Zentralfissuren der unteren Seitenzähne. Stehen die unteren lingualen Höcker weiter apikal als die bukkalen, so stehen die Okklusalflächen der Zähne schräg und es wird deutlich schwieriger, gute Okklusionskontakte herbeizuführen.

Im oberen Seitenzahngebiet sind die palatinalen Höcker der ersten und zweiten Molaren in der Regel geringfügig länger als die bukkalen Höcker und sie überragen diese minimal. Gemäß dem American Board of Orthodontics ist eine solche Situation normal [1]. Stehen die palatinalen Höcker weiter als 1 mm okklusal der bukkalen, so wird die Einstellung einer guten Okklusion schwieriger und es besteht die Gefahr, dass es bei Laterotrusionsbewegungen des Unterkiefers zu Balancekontakten auf der Gegenseite kommt.

Die transversale Inklination der Seitenzähne hat auch Auswirkungen auf die prothetische Versorgung von Zähnen. Dies wird besonders deutlich in Fällen, bei denen einem Patienten ein unterer erster Molar verloren gegangen und der zweite Molar in die Lücke gekippt ist (Abb. 5). Wird ein solcher Zahn kieferorthopädisch aufgerichtet, so ist die transversale Stellung des Molaren in Hinblick auf eine prothetische Versorgung entscheidend. Werden Zähne mit einem runden Bogendraht aufgerichtet, bewegen sich die lingualen Höcker der unteren Molaren tenden-



Abb. 4 Bei dieser erwachsenen Frau fehlten oberer rechter zweiter Prämolare und zweiter Molar (a). Mesial des dritten Molaren und mesial des ersten Molaren waren deutliche Knochendefekte erkennbar. Aufgrund der Parodontopathien war es nicht möglich, sich bei der vertikalen Ausrichtung der oberen Seitenzähne an den Alveolarrändern zu orientieren (b). Daher wurde der Unterschied in der Knochenhöhe im Vergleich zur Neigung der Zahnwurzeln exakt ausgemessen und die Brackets

entsprechend platziert (c, d). Im Verlauf der Behandlung richteten sich die Wurzeln der gekippten Zähne immer weiter auf (e, f) und der Verlauf des Alveolarknochens harmonisierte sich. Als die Brackets schließlich auf gleicher Höhe angekommen waren (g), verlief auch der Alveolarknochen interdentale wieder horizontal (h) und der Zustand der Parodontien hatte sich dramatisch verbessert (i).

ziell weiter nach apikal als die bukkalen. Wird dies nicht kieferorthopädisch korrigiert, so muss die Präparation des Molaren abgeändert werden, damit sich für eine Brücke eine gemeinsame Einschubrichtung für beide Pfeilerzähne ergibt. Muss am Molaren dabei viel abpräpariert werden, so kann dies für die Brücke einen drastischen Retentionsverlust zur Folge haben. In solchen Fällen empfiehlt es sich, die Okklusalfächen von distalen Brückenpfeilern in transversaler Richtung eher horizontal auszurichten, damit der Prothetiker beim Präparieren einen maximalen Halt der Brücke vorbereiten kann.

Inklination im Frontzahnbereich

Die Inklination der oberen Frontzähne lässt sich am besten anhand von Fernröntgenseitenaufnahmen beurteilen und anerkannte Normwerte und Variationsbreiten für die Neigungswinkel der oberen Frontzähne sind bereits in früheren Studien herausgearbeitet worden. Ebenso wichtig ist jedoch die relative Inklination der oberen Frontzähne im Vergleich zueinander. Die oberen und die unteren Frontzähne sollten sich dabei jeweils auf derselben relativen Ebene befinden. Ist dies nicht der Fall,

kann es nach der Entfernung der kieferorthopädischen Geräte zur Rezidivierung einer frontalen Fehlstellung kommen. Anhand von insgesamt vier Kriterien ist es jedoch möglich, bei der Justierung zu überprüfen, ob die relative Inklination der Frontzähne in Ordnung ist.

Dabei werden zuerst die Inzisalkanten der Frontzähne überprüft. Bei unterschiedlichem Neigungswinkel befinden sich die Inzisalkanten nicht in derselben Ebene. Dieses Problem lässt sich nicht einfach dadurch beseitigen, dass man die Frontzähne gegenseitig nach innen oder außen bewegt. Ein weiteres Kriterium zur Beurteilung der relativen Inklination der Frontzähne ist die Beurteilung der klinischen Kronenhöhe von kontralateralen Zähnen. Kontralaterale Zähne sollten gleich hoch sein, wenn sie nicht abradiert, traumatisch geschädigt oder gefüllt sind. Sind die klinischen Kronen nicht gleich hoch, so ist dies möglicherweise ein Hinweis auf eine unterschiedliche relative Inklination kontralateraler Frontzähne. Ist die Wurzelspitze eines Frontzahnes stärker nach lingual geneigt, kann sich außerdem der knöchernen Alveolarrand labial näher an der Schmelz-Zement-Grenze dieses Zahnes befinden und damit verläuft auch der Gingivasaum weiter inzisal.

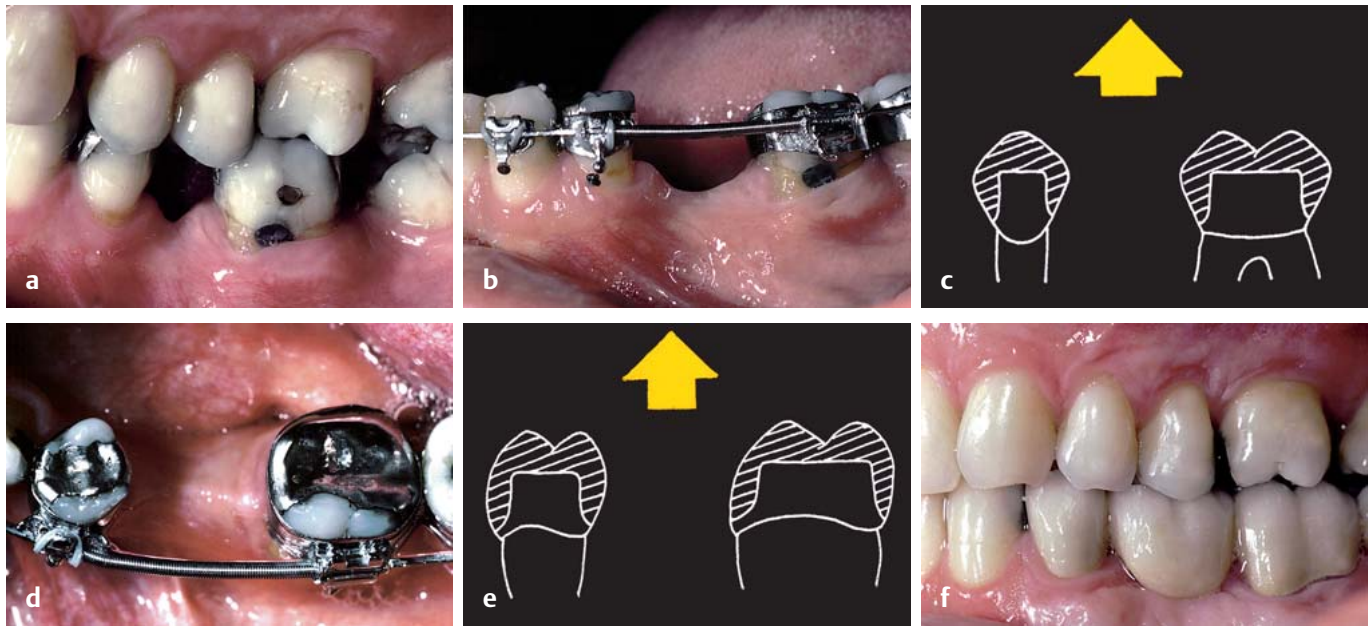


Abb. 5 Bei diesem erwachsenen Mann fehlten unten links der zweite Prämolare und der zweite Molar, sowie der obere linke erste Molar (a). Unten links waren der erste Prämolare und der erste Molar bereits mit Füllungen versorgt. Aus diesem Grund war nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung eine Versorgung mit einer konventionellen Brücke vorgesehen. Die unteren Zähne wurden kieferorthopädisch aufgerichtet und in Hinblick auf eine spätere gemeinsame Einschub-

richtung der Pfeilerzähne und auf maximale Retention der Brücke ausgerichtet (c). Gleichzeitig wurde darauf geachtet, dass auch Bukkal- und Lingualflächen so parallel ausgerichtet wurden, dass eine gemeinsame Einschubrichtung an den Pfeilerzähnen erreicht werden konnte (d, e). Dies gelingt am einfachsten, wenn die Okklusalfächen der Seitenzähne nur wenig in bukkolingualer Richtung geneigt sind (e) und die Retention der Brücke erhöht sich dadurch deutlich (f).

Das dritte Kriterium betrifft die Vorwölbung des Alveolarknochens über den Zahnwurzeln. Steht ein Frontzahn weniger stark geneigt, als seine Nachbarzähne, so ist der Alveolarknochen über der Wurzel nicht so stark vorgewölbt. Dies lässt sich einfach durch Palpation überprüfen. Eine Vertiefung im Alveolarfortsatz weist dann auf einen nicht ausreichend inklinierten Zahn hin. Das vierte und letzte Kriterium überprüft man am besten von inzisal. Betrachtet man die Schneidezähne von inzisal, so tritt das Cingulum an einem nicht richtig inkliniert stehendem Zahn deutlicher hervor und fällt stärker ins Auge.

Die fehlerhafte Inklination einer Zahnwurzel lässt sich auf unterschiedliche Art und Weise beseitigen. Verwendet man beispielsweise einen Bogendraht mit rechteckigem Querschnitt, so kann die Inklination einer Zahnwurzel durch eine Veränderung des Wurzeltorque korrigiert werden. Dies lässt sich auch mit zusätzlichen Federelementen oder mit Attachments bewerkstelligen, die zusammen mit runden Bogendrähten verwendet werden können. Der für die Korrektur erforderliche Zeitaufwand hängt dabei vom Ausmaß der Fehlstellung und von der Länge der zu bewegenden Zahnwurzel ab. Je ausgeprägter die Diskrepanz und je länger die entsprechende Zahnwurzel ist, desto größer ist die Strecke, über die der Apex hinweg bewegt werden muss und desto länger wird auch eine Korrektur dauern.

Eine falsche Inklination von Zahnwurzeln kann auch beim prophetischen Patienten vorkommen. Ein gutes Beispiel für diese Problematik wäre ein Patient, bei dem die beiden oberen seitlichen Schneidezähne nicht angelegt sind und bei dem im Oberkiefer ein Platzüberschuss von etwa 5 mm besteht. Liegen im

Unterkiefer keine Engstände vor, besteht eine Klasse-I-Verzahnung und ist das Gesichtsprofil in Ordnung, so bietet sich an, Lücken für den Ersatz der beiden Schneidezähne zu öffnen (Abb. 6). Dazu muss der obere Zahnbogen anterior um 6 bis 7 mm expandiert werden, damit ausreichend Platz für Einzelzahnimplantate oder Brückenglieder geschaffen werden kann. Wird dabei versäumt, die relative Inklination der Frontzähne aneinander anzugleichen, verschenkt man einige der theoretisch möglichen Optionen für die Versorgung der Lücken [4].

Stehen die Eck- und die Schneidezähne zueinander relativ stark protrudiert, so ist eine konventionelle Brücke nur schwer anzufertigen. Für eine solche Brücke müssen die Zähne so präpariert werden, dass die fertige Versorgung eine gemeinsame Einschubrichtung für die Pfeilerzähne und Retention aufweist. Stehen nun die Pfeilerzähne zueinander protrudiert, so muss relativ viel Zahnhartsubstanz abpräpariert werden, um die gemeinsame Einschubrichtung zu erreichen. Sind die Brückenpfeiler stark gekippt und müssen stark reduziert werden, besteht die Gefahr, dass das Pulpakavum beim Präparieren eröffnet und die Zahnwurzel behandelt werden müssen.

Sollen die Lücken der seitlichen Schneidezähne mit Adhäsivbrücken geschlossen werden, so verringert sich die Haftung der Brücke durch stärkere Inklination der Eck- oder Schneidezähne erheblich. Die Belastung einer Adhäsivbrücke sollte in axialer Richtung, also parallel zur Inklination der Pfeilerzähne erfolgen. Auf diese Weise entstehen in den Brückenankern Scherkräfte [4]. Dazu müssen sich die Pfeilerzähne vertikal in ihrer Alveole befinden und rechtwinklig zur auftreffenden Kraft. So entstehen beim Kauen eher Scher- als Druckkräfte. Sind also obere Front-

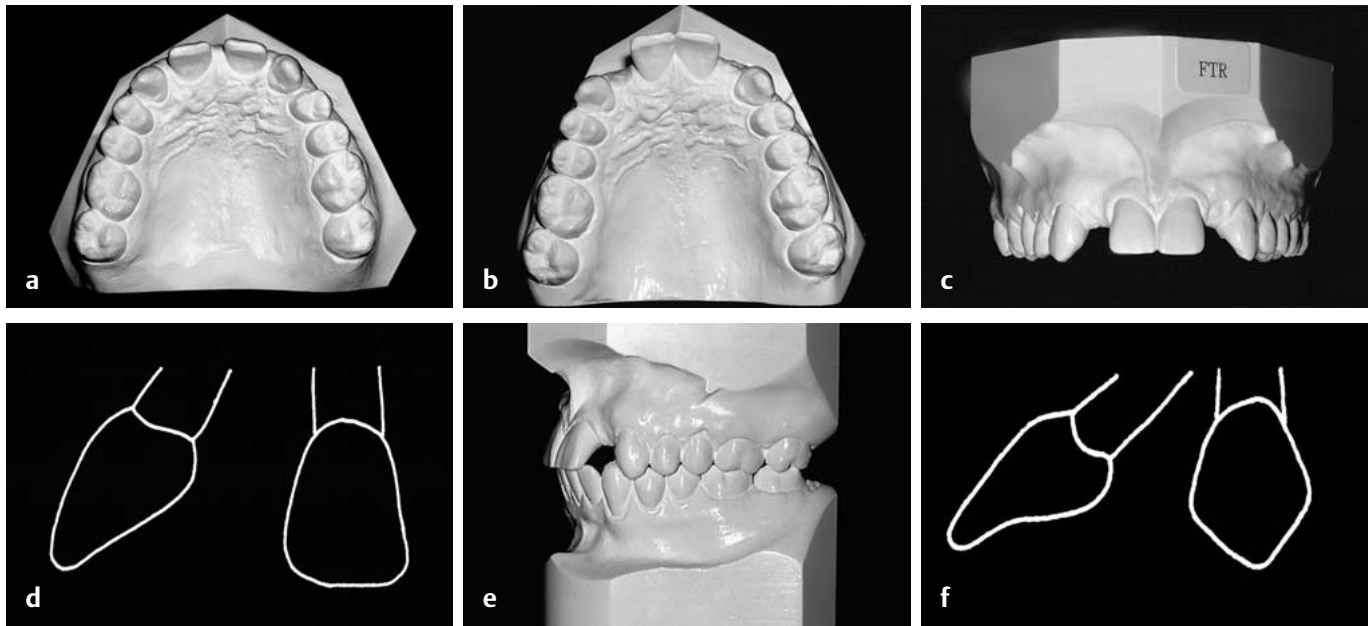


Abb. 6 Bei diesem erwachsenen Mann waren beide oberen seitlichen Schneidezähne nicht angelegt (a). Der Patient hatte keine Engstände im Unterkiefer und das Gesichtprofil verlief flach. Aus diesem Grund sollten die oberen Lücken kieferorthopädisch geöffnet (b) und beide seitlichen Schneidezähne ersetzt werden. Beide oberen Eckzähne (c,

d) und die mittleren Schneidezähne (e, f) standen jedoch nach labial gekippt und der Prothetiker hätte diese Zähne ohne Gefährdung der Pulpa oder ohne Retentionsverlust der Brücke nicht als Brückenanker präparieren können.

zähne stark gegeneinander inkliniert, lässt sich die Langzeitstabilität einer Adhäsivbrücke nicht einschätzen.

Eine andere Möglichkeit, die Lücken der oberen seitlichen Schneidezähne zu schließen, stellen Einzelzahnimplantate dar. Für das Einsetzen solcher Implantate ist jedoch ein ausreichender Abstand zwischen den Zahnwurzeln erforderlich. Stehen die oberen mittleren und seitlichen Schneidezähne relativ zueinander gleich stark inkliniert, so ist Platz zwischen den Zahnwurzeln in der Regel kein Problem, da diese ausreichend divergieren, um Implantate einsetzen zu können. Stehen die Kronen der oberen mittleren und seitlichen Schneidezähne jedoch relativ zueinander protrudiert, so liegen die Wurzelspitzen dieser Zähne näher zusammen. Dieses Phänomen kann, wenn die Inklination zu groß oder die Zahnwurzeln recht lang sind, eine Implantatversorgung verhindern.

Fehlen bei einem Patienten beide oberen seitlichen Schneidezähne und müssen aufgrund des Profilverlaufs und der bestehenden Okklusionsverhältnisse die Lücken zum Ersatz der Zähne geöffnet werden, so bleibt, wenn sich die Entstehung einer ungünstigen Inklination der Frontzähne nicht verhindern lässt, häufig nur die Versorgung mit zwei Pinledgebrücken. Dabei werden an den Eckzähnen Teilkronen mit Pins festzementiert oder mit Kompositmaterial befestigt, an denen die Brückenglieder einseitig als Anhänger befestigt sind.

Overbite

Die vertikale Frontzahnstufe ist definiert als Abstand zwischen den Inzisalkanten der oberen mittleren und der unteren mittleren Schneidezähne. Der Sinn des Overbite besteht darin, bei vorgeschobenem Unterkiefer ein Abbeißen von Nahrungsmitteln

durch die Frontzähne zu ermöglichen, während die Seitenzähne gleichzeitig außer Kontakt sind. Die zur Disklusion der Seitenzähne notwendige Höhe der vertikalen Frontzahnstufe wird also im Grunde von der Höhe der Prämolaren- und Eckzahnhöcker bestimmt.

Bei einigen Patienten zeigen die Okklusalfächen der Prämolaren ein flaches Oberflächenrelief. Bei dieser morphologischen Variante ist zur Disklusion der Seitenzähne nur eine kleine Frontzahnstufe notwendig, die durchaus nur 1 bis 2 mm betragen kann. Bei anderen Patienten sind demgegenüber die Höcker der Prämolaren und der Eckzähne eher hoch. In diesen Fällen muss der Overbite größer sein. Eine vertikale Frontzahnstufe von bis zu 3 oder 4 mm sorgt in solchen Fällen dafür, dass die Seitenzähne beim Vorschub des Unterkiefers außer Kontakt kommen. Ist der Overbite bei dieser morphologischen Variante zu klein, so hat der Patient bei protrudiertem Unterkiefer ausschließlich Kontakt im Seitenzahnbereich und ein Abbeißen von Nahrungsmitteln ist nicht möglich.

Die Höhe der vertikalen Frontzahnstufe hat Einfluss auf die prothetische Versorgung im Bereich der Frontzähne, was beim Einsatz von Adhäsivbrücken besonders deutlich wird (Abb. 7). In wissenschaftlichen Untersuchungen [5, 6] konnte nachgewiesen werden, dass die Retention einer frontalen Adhäsivbrücke auch davon beeinflusst wird, wie ausgedehnt die Auflagen an den Palatinalflächen der oberen mittleren Schneidezähne und der Eckzähne gestaltet werden können. Wird daher die vertikale Frontzahnstufe bei einem Patienten größer eingerichtet, als es für die Disklusion der Seitenzähne erforderlich ist, so müssen die Auflagen für eine Adhäsivbrücke graziler gestaltet werden als es eigentlich notwendig wäre. Dadurch verringert sich die Fläche für den Ätzverbund und die Langzeitprognose der Adhäsivbrücke verschlechtert sich.

Overjet

Die sagittale Frontzahnstufe ist definiert als Abstand zwischen den labialen Inzisalkanten der unteren Schneide- und Eckzähne und den Palatinalflächen der oberen Frontzähne. Nach den Richt-

linien des American Board of Orthodontics [1] sollte der Overjet einen Wert von 0 aufweisen. Dies bedeutet in anderen Worten, dass die Frontzähne in Schlussbisslage in Kontakt stehen sollten. Vermutlich sichert eine solche Okklusion die vertikale Position der Frontzähne. Dies ist jedoch wissenschaftlich nicht abgesichert.



Abb. 7 Bei dieser erwachsenen Frau waren die beiden oberen seitlichen Schneidezähne nicht angelegt (a). Bei ihr sollten beide Lücken geöffnet werden (b) und die Zähne durch Adhäsivbrücken (Maryland-Brücken) ersetzt werden. Die vertikale Frontzahnstufe wurde auf 2 mm eingestellt (b, c). Dieser Wert war gerade ausreichend, damit die Sei-

tenzähne bei Protrusion des Unterkiefers diskluieren konnten. Durch die Beschränkung des Overbite auf das absolut notwendige Maß war eine maximale Ausdehnung der Auflagen an den Nachbarzähnen möglich (d), so dass eine maximale Retention des Ätzverbundes erreicht werden konnte (e, f).

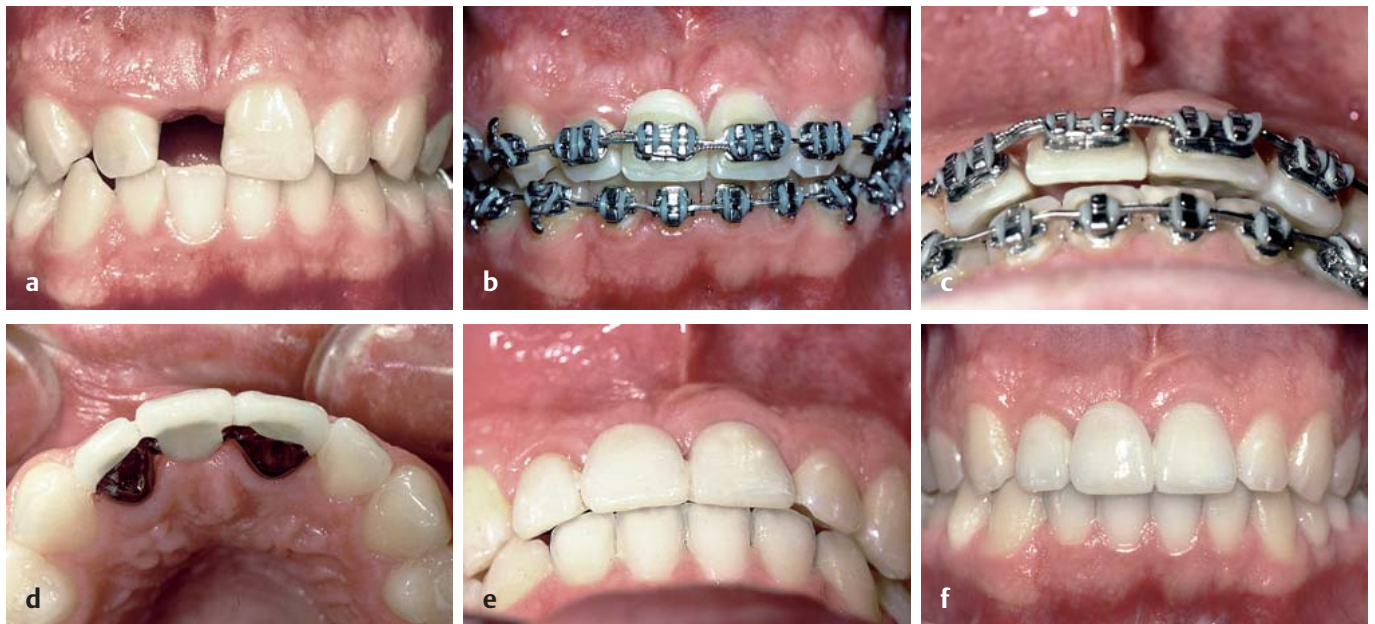


Abb. 8 Dieser erwachsene Mann hatte seinen rechten mittleren Schneidezahn durch einen Unfall in der Kindheit verloren (a). Er war mit einer herausnehmbaren Einzelzahnprothese versorgt worden, deren Kunststoffzahn schmäler war als der kontralaterale Schneidezahn. Er sollte mit einer konventionellen dreigliedrigen Brücke versorgt werden, da sowohl der linke mittlere als auch der rechte seitliche Schneidezahn bei dem Unfall frakturiert und nachfolgend wurzelbehandelt worden waren. Um für die voluminöseren Kronen an den Pfeilerzähnen

genügend Platz zu lassen, wurde kieferorthopädisch ein Overjet von etwa einem halben bis einem drei viertel Millimeter eingestellt (b, c). Dadurch wurde eine im Vergleich zum nicht überkronten linken seitlichen Schneidezahn anatomisch gelungene Gestaltung der Kronen möglich (d, e). Schließlich wurde die Palatinalfläche des oberen linken seitlichen Schneidezahnes noch so weit mit Kompositmaterial aufgebaut, bis der Overjet verschwunden und Kontakt zum Gegenzahn erreicht war (e, f).

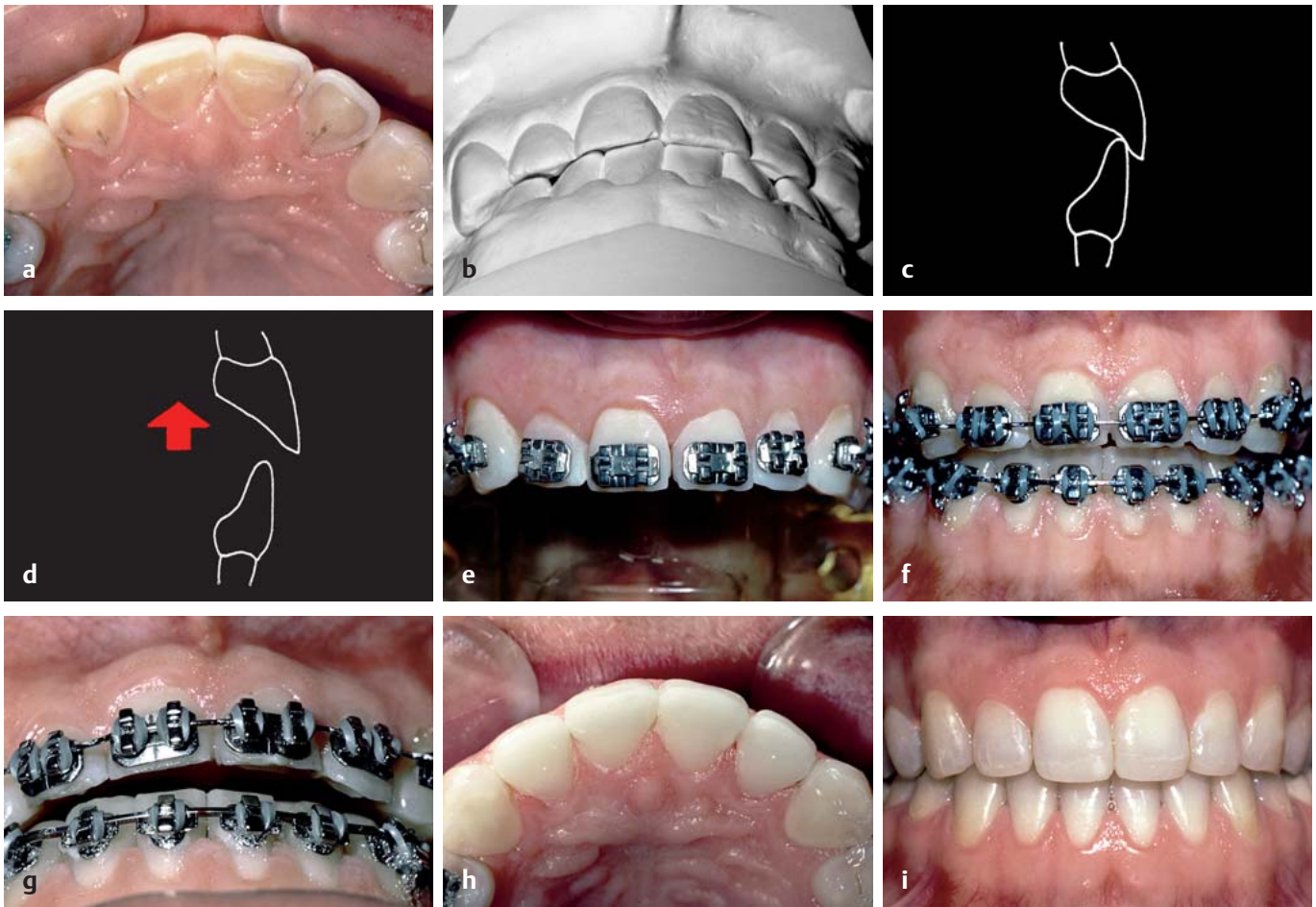


Abb. 9 Bei dieser erwachsenen Frau war es in Folge einer Bulimia nervosa zur chemischen Erosion der Lingualflächen der oberen Frontzähne gekommen (a). Mit fortschreitender Erosion des Schmelzes waren die Zähne immer weiter elongiert, so dass für eine Wiederherstellung der Lingualflächen kein Platz mehr vorhanden war (b, c). Um den Overjet für die Restaurierung zu vergrößern, sollten die Zähne intrudiert wer-

den (d). Dies gelang durch nahe der Inzisalkanten platzierte Brackets (e) und durch Verankerung an den Seitenzähnen (f). Durch die Intrusion der Schneidezähne konnte eine ausreichend große sagittale Frontzahnstufe (g) geschaffen werden, die einen Aufbau der Lingualflächen ohne zusätzliche Präparationsmaßnahmen erlaubte (h, i).

Gelegentlich müssen bei einem kieferorthopädischen Patienten die beiden mittleren Schneidezähne überkront werden oder ein mittlerer Schneidezahn soll durch eine konventionelle dreigliedrige Brücke ersetzt werden (Abb. 8). Sind die Nachbarzähne nicht überkront, so werden die überkronten Pfeilerzähne in labiopalataler Richtung etwas voluminöser sein als die nicht überkronten Nachbarzähne. In solchen Fällen sollte man während der kieferorthopädischen Feinausrichtung einen Overjet von etwa zwei Dritteln bis drei Vierteln eines Millimeters einstellen [7].

Diese sagittale Frontzahnstufe wird dann durch die prothetische Versorgung ausgefüllt und die Kronen kommen mit den Gegenzähnen in Kontakt. Auf diese Weise kommen die unteren Labialflächen und die oberen Palatinalflächen in ihre richtige Lagebeziehung. Allerdings bleibt an den prothetisch nicht versorgten Zähnen ein Overjet, der noch durch Anätzen und Auftragen von Kompositmaterial auf die Palatinalflächen der oberen Frontzähne beseitigt werden muss.

Eine sagittale Frontzahnstufe muss kieferorthopädisch ebenfalls in Fällen geschaffen werden, bei denen die Palatinalflächen der oberen Schneidezähne oder die Labialflächen der unteren

Frontzähne stark abradert oder erodiert sind. (Abb. 9). Bei fortschreitender Abrasion elongieren Zähne immer weiter, um den Kontakt zu den Gegenzähnen nicht zu verlieren. Werden solche Zähne bei der Justierung in Okklusion gebracht, verbleibt dem Prothetiker kein Platz mehr für die Rekonstruktion der abraderten Zahnflächen. In solchen Fällen müssen die erodierten oder abraderten Zähne intrudiert und eine vertikale Frontzahnstufe geschaffen werden. Die prothetische Versorgung gelingt dann in zwei Schritten. Nach erfolgreicher Intrusion der betreffenden Zähne werden die abraderten Flächen zuerst provisorisch mit Kompositmaterial rekonstruiert und der Kontakt zu den Gegenzähnen hergestellt. Nachdem sich dann die Zahnstellung im Rahmen der kieferorthopädischen Retentionsphase stabilisiert hat, folgt die endgültige prothetische Versorgung dieser Zähne.

Okklusionskontakte

Im Seitenzahngebiet lässt sich die Interkuspitation der Zahnreihen durch Überprüfung der Höcker-Fissuren-Beziehungen beurteilen. Dabei sollten die bukkalen Höcker der unteren Prämol-

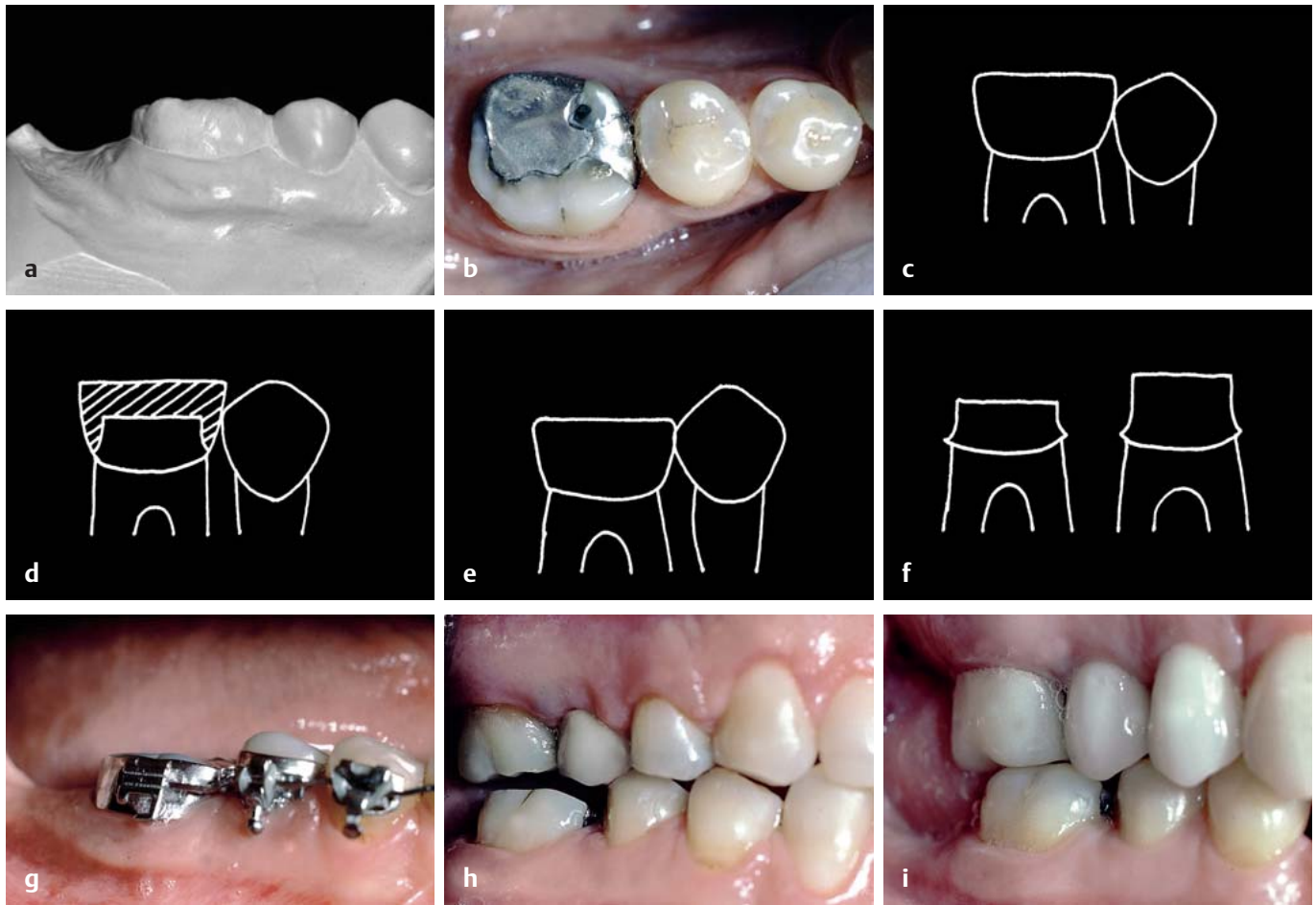


Abb. 10 Diese erwachsene Patientin hatte einen stark abradieren unteren rechten ersten Molaren (a). Der Zahn war gefüllt und der Abrasionsdefekt hatte das Dentin bereits erreicht (b). In diesem Fall hätte eine Möglichkeit darin bestanden, den Zahn einfach für eine Krone zu präparieren und okklusal um etwa 2 mm einzukürzen (c, d). Dies hätte jedoch einen Retentionsverlust für die Krone bedeutet und es wäre möglicherweise eine chirurgische Verlängerung der klinischen Krone erforderlich gewesen. Die Alternative bestand in der kieferorthopädi-

schen Intrusion dieses Zahnes (e). Ein Vergleich der beiden Möglichkeiten zeigt deutlich, dass die Retention der Krone durch Intrusion des Zahnes verbessert wird (f). Der untere rechte erste Molar wurde also intrudiert (g) und nach Abschluss der kieferorthopädischen Maßnahmen (h) wurde die Okklusalfäche des Molaren provisorisch mit Kompositmaterial aufgebaut (i), damit der Zahn bis zur endgültigen prothetischen Versorgung nicht wieder elongieren konnte.

ren und Molaren Kontakt in den Fissuren und auf den Randleisten der oberen Seitenzähne haben [1]. Außerdem sollten die palatinalen Höcker der oberen Prämolaren und Molaren Kontakt in den Fissuren und auf den Randleisten der unteren Seitenzähne haben [1]. Ausnahme sind hier die palatinalen Höcker der oberen Prämolaren, die keinen Kontakt zum unteren ersten Prämolaren haben können, wenn die entsprechende Okklusalfäche nicht vorhanden ist. Auch können die distopalatinalen Höcker der oberen ersten und zweiten Prämolaren keinen Kontakt zu ihren Gegenzähnen haben, wenn sie zu klein ausgebildet sind.

Sind die Seitenzähne allerdings stark abradert und müssen überkront werden (Abb.10), sind nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung bestehende Okklusionskontakte von Nachteil. Schließlich müssen solche Zähne beim Präparieren noch um 2 bis 3 mm gekürzt werden, damit die geplanten Keramik- oder Vollgusskronen okklusal eine ausreichende Schichtstärke aufweisen. Werden abraderte Zähne weiter eingekürzt, so gehen Retentionsflächen verloren und sie können für die Befestigung einer prothetischen Versorgung zu kurz werden. In solchen Fällen können die klinischen Kronen zwar auch mit Hilfe

von chirurgischen Verfahren verlängert werden, dieses Problem lässt sich jedoch auch kieferorthopädisch lösen. Durch Intrusion der abraderten und elongierten Zähne entsteht ein okklusaler Spalt der verhindern kann, dass die Zähne beim Präparieren eingekürzt werden müssen. Damit bleibt auch die maximale Retentionsfläche erhalten und der Halt der prothetischen Versorgung wird deutlich verbessert. Die neue Position eines intrudierten abraderten Molaren muss dabei bis zu seiner endgültigen prothetischen Versorgung mit Hilfe einer provisorischen Krone oder mit einem Kompositaufbau gesichert werden.

Okklusionsbeziehungen

Im Seitenzahngebiet wird die Qualität der Okklusionsbeziehungen von der Lage der oberen gegenüber den unteren Zähnen bei maximaler Interkuspidation bestimmt. Dabei sollten die mesio-bukkale Höcker der oberen ersten Molaren in die bukkale Fissur der unteren ersten Molaren greifen. Die bukkale Höcker der oberen Prämolaren und Eckzähne sollten zwischen den unteren Eckzähnen, Prämolaren und Molaren zu liegen kommen. Da die



Abb. 11 Bei diesem erwachsenen Mann bestand eine Fehlbisslage der Klasse II und es fehlten die unteren ersten Molaren (a, b, c). Seine oberen und unteren Schneidezähne waren aufgrund einer Knirschgewohnheit deutlich abradert (d, e). Das diagnostische Wax-up ließ erkennen, dass durch Schaffen von Platz für den Aufbau der unteren Schneidezähne zwar gute Werte für Overjet und Overbite erreicht werden konnten, die Eckzähne und die Molaren würden allerdings in einer Klasse-II-Be-

ziehung verbleiben (f, g). Die oberen und die unteren Schneidezähne wurden intrudiert (h) und damit ausreichend Platz für einen provisorischen Aufbau der Schneidekanten geschaffen (i, j). Der Patient hatte nach Abschluss der Behandlung zwar immer noch eine Klasse-II-Fehlbisslage, seine Frontzahnbeziehungen konnten jedoch mit Hilfe von Keramikveneers an den oberen und unteren Frontzähnen wiederhergestellt werden (l).

oberen und unteren Seitenzahnkronen unterschiedlich groß sein können, kann es sein, dass obere Höcker und untere Interdentalräume in ihrer Lage nicht übereinstimmen. Hier kann ein Spielraum von einem Millimeter bestehen.

In welchen Situationen sollten nun Okklusionsverhältnisse bewusst verändert werden? Dies käme beispielsweise bei einem symptomfreien erwachsenen Patienten mit bestehender Fehlbisslage, kariesfreiem Gebiss und gesundem Zahnhalteapparat in Betracht, der außerdem keine auf die Fehlbisslage zurückgehenden Probleme oder Dysfunktionen der Kiefergelenke auf-

weist [8]. Bei einigen dieser Patienten kann es möglich sein, die vorhandenen Zähne auszurichten, realistische Okklusionsverhältnisse einzustellen und gleichzeitig die Fehlbisslage im Seitenzahnbereich beizubehalten (Abb. 11). Die richtige Entscheidung über Behandlungsbedarf und Art einer Therapie hängt in solchen Fällen von der zahnmedizinischen Krankengeschichte des Patienten ab. In vielen Fällen kann, gerade wenn ein Patient keine Okklusionsstörungen hat, die Entscheidung, eine Fehlbisslage im Seitenzahnbereich zu belassen und vielleicht wichtigere Korrekturen durchzuführen, genau richtig sein.

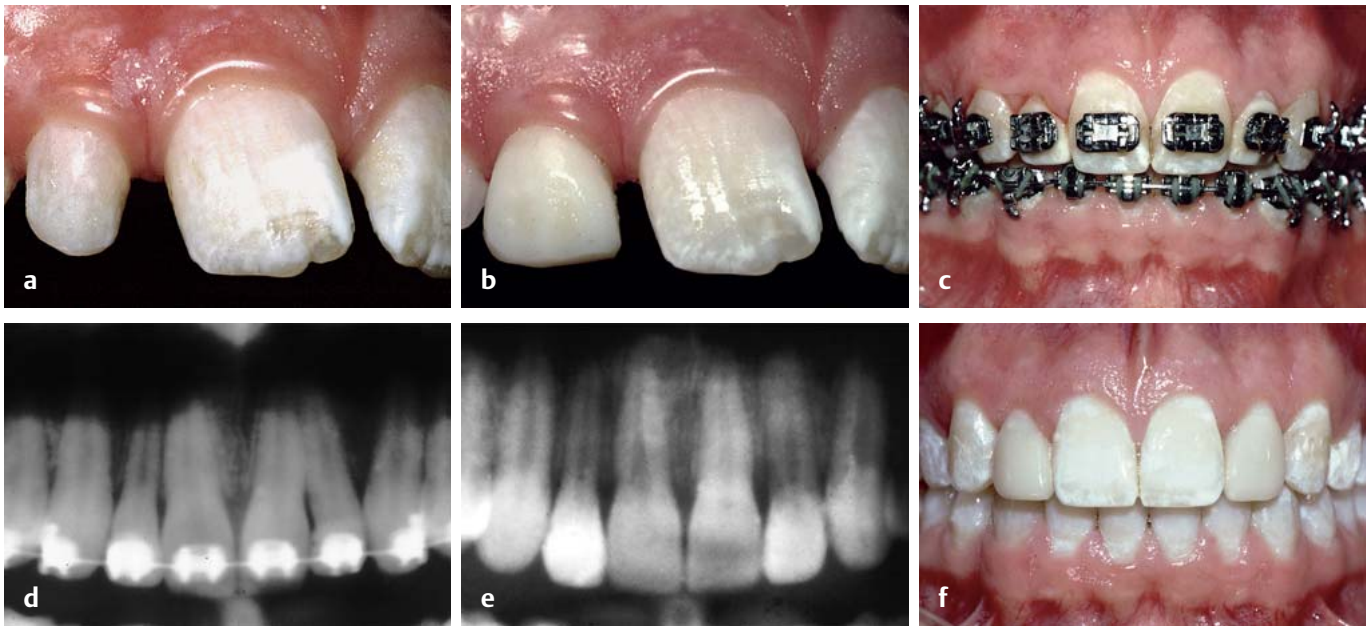


Abb. 12 Diese heranwachsende Frau hatte einen zapfenförmigen oberen seitlichen Schneidezahn (a), der provisorisch mit Kompositmaterial aufgebaut wurde (b). Der Zahnarzt gestaltete den Verlauf der Inzisalkante jedoch nicht so, dass er rechtwinklig zur Zahnachse verlief (b). Beim Ausrichten der Zähne orientierte sich der Kieferorthopäde bei der Platzierung der Brackets am Verlauf der aufgebauten Inzisalkante (c). Kurz vor Abschluss seiner Therapie ließ ein Orthopanto-

mogramm erkennen, dass die Wurzeln des oberen mittleren und des seitlichen Schneidezahnes als Folge der fehlerhaften Bracketplatzierung sehr nahe beieinander lagen (d). Die Brackets wurden neu platziert und die Zahnwurzeln auseinander bewegt (e). Damit konnte die nachfolgende provisorische Versorgung des Zahnes anatomisch korrekt gestaltet werden (f).

Angulation der Zahnwurzeln

Bei der Justierung überprüft man üblicherweise anhand eines Orthopantomogrammes, ob die Zahnwurzeln gut gegeneinander ausgerichtet worden sind. Theoretisch sollten die Zahnwurzeln senkrecht zur Okklusionsebene und parallel zueinander stehen. Auf diese Weise befindet sich überall ausreichend Knochengewebe zwischen den Wurzeln. Man geht davon aus, dass eine größere Menge an interdentalem Knochen bei einer möglichen späteren Parodontalerkrankung nicht so leicht verloren gehen kann. Auf einige wichtige Aspekte bezüglich der Angulation der Zahnwurzeln muss dennoch hingewiesen werden. Der wichtigste Aspekt ist dabei die Frage, ob ein Orthopantomogramm tatsächlich die Wurzelangulation benachbarter Zähne korrekt abbildet. Untersuchungen zu dieser Frage [9–13] kommen zu dem Schluss, dass es bei der Aufnahme eines Orthopantomogramms besonders im Bereich der oberen und unteren Eckzähne und der ersten Prämolaren zu Verzerrungen kommt, also in dem Bereich, in dem die Zahnreihen bogenförmig verlaufen. In Kenntnis dieser minimalen Abweichungen ist das Orthopantomogramm jedoch immer noch ein zuverlässiges Hilfsmittel für Routineuntersuchungen. Bei speziellen Situationen empfiehlt sich eine zusätzliche genaue Überprüfung der Wurzelangulation mit Hilfe von Einzelzahnaufnahmen.

Ein weiterer Aspekt betrifft die Frage, ob nahe beieinander stehende Zahnwurzeln tatsächlich negative Langzeitfolgen verursachen können. Auch dieser Frage wurde in einigen Studien nachgegangen [14, 15], die zu dem Schluss kamen, in der untersuchten Stichprobe wären keine negativen Langzeitfolgen aufgetreten. Die Autoren geben allerdings zu bedenken, dass ihre Stichprobe aus relativ jungen Patienten bestand, bei denen noch keine

Gefährdung durch Parodontopathien gegeben war. Darüber, ob nahe beieinander stehende Zahnwurzeln bei Patienten mit Parodontopathien tatsächlich zu einer verstärkten Atrophie des knöchernen Alveolarrandes führen, ist bisher nichts bekannt.

Nach Abschluss einer kieferorthopädischen Behandlung können nahe beieinander stehende Zahnwurzeln jedoch bei bestimmten prothetischen Situationen von Nachteil sein. Stehen beispielsweise die Wurzeln der oberen Frontzähne nahe beieinander (Abb. 12) und müssen diese Zähne mit Veneers oder Kronen versorgt werden, kann es für den Zahnarzt schwierig werden, einen guten Abdruck der präparierten Zähne und der Präparationsgrenzen anzufertigen. Es ist sehr schwer, einen Gingivaretraktionsfaden in einen Sulkus einzulegen, wenn sich die Wurzel des Nachbarzahnes zu nahe am Zahnhals des präparierten Zahnes befindet.

Die Angulation der Zahnwurzeln ist auch bei einem geplanten Einzelzahnimplantat von Bedeutung. Ist bei einem Patienten beispielsweise ein oberer seitlicher Schneidezahn nicht angelegt und soll durch ein Einzelzahnimplantat ersetzt werden, so muss vorher kieferorthopädisch genügend Platz zwischen den Wurzeln des mittleren Schneidezahnes und des ipsilateralen Eckzahnes geschaffen werden. Eine solche vorbereitende Bewegung von Zähnen kann mehrere Monate in Anspruch nehmen, bis schließlich ausreichend Platz für das Implantat entstanden ist.

Literatur

- 1 Casko JS, Vaden JL, Kokich VG, Damone J, James RD, Cangialosi TJ, Riolo ML, Owens Jr SE, Bills ED. American Board of Orthodontics objective grading system for dental casts and panoramic radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 114: 589–599

- ² Kokich VG. Esthetics and anterior tooth position: an orthodontic perspective. Part III: Mediolateral relationships. *J Esthet Dent* 1993; 5: 200–207
- ³ Kokich VG. The role of orthodontics as an adjunct to periodontal therapy. In: Newman MG, Takei HH, Carranza FA (eds). *Carranza's Clinical Periodontology*. 9th ed. WB Saunders, Philadelphia PA 2002; 704–718
- ⁴ Kokich VG. Orthodontic-restorative management of the adolescent patient. In: McNamara Jr JA, Brudon WL, Kokich VG (eds). *Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. Needham Press, Ann Arbor MI 2001; 423–452
- ⁵ Creugers NH, Kayser AF, Van't Hof MA. A seven-and-a-half year survival study of resin-bonded bridges. *J Dent Res* 1992; 71: 1822–1825
- ⁶ Boyer DB, Williams VD, Thayer KE, Denehy GE, Diaz-Arnold AM. Analysis of debond rates of resin-bonded bridges. *J Dent Res* 1993; 72: 1244–1248
- ⁷ Kokich VG, Spear FM. Guidelines for treating the orthodontic-restorative patient. *Semin Orthod* 1997; 3: 3–20
- ⁸ Kokich VG, Kokich VO. Interrelationship of orthodontics with periodontics and restorative dentistry. In: Nanda R (ed). *Biomechanics and Esthetic Strategies in Clinical Orthodontics*. WB Saunders, Philadelphia PA 2005; 348–373
- ⁹ Lucchesi MV, Wood RE, Nortje CJ. Suitability of the panoramic radiograph for assessment of mesiodistal angulation of teeth in the buccal segments of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 94: 303–310
- ¹⁰ Stramotas S, Geenty JP, Dardendeliler MA, Byloff F, Berger J, Petocz P. The reliability of crown-root ratio, linear and angular measurements on panoramic radiographs. *Clin Orthod Res* 2000; 3: 182–191
- ¹¹ McKee IW, Glover KE, Williamson PC, Lam EW, Heo G, Major PW. The effect of vertical and horizontal head positioning in panoramic radiography on mesiodistal tooth angulations. *Angle Orthod* 2001; 71: 442–451
- ¹² McKee IW, Williamson PC, Lam EW, Heo G, Glover KE, Major PW. The accuracy of 4 panoramic units in the projection of mesiodistal tooth angulations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 121: 166–175
- ¹³ Stramotas S, Geenty JP, Petocz P, Dardendeliler MA. Accuracy of linear and angular measurements on panoramic radiographs taken at various positions in vitro. *Europ J Orthod* 2002; 24: 43–52
- ¹⁴ Artun J, Osterberg SK, Kokich VG. Long-term effect of thin interdental alveolar bone on periodontal health after orthodontic treatment. *J Periodontol* 1986; 57: 341–346
- ¹⁵ Artun J, Kokich VG, Osterberg SK. Long-term effect of root proximity on periodontal health after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91: 125–130