

J. Behring¹

Die Verlängerung der klinischen Zahnkrone.

Teil 1: Hintergründe und Grundlagen

Lengthening of the clinical crown.

Part 1: Theoretical background and treatment principles



J. Behring

Einleitung: Dies ist der erste Teil einer zweiteiligen Übersichtsarbeit zum Thema der Verlängerung der klinischen Zahnkrone. Es wird beschrieben, welche biologischen und statischen Faktoren bei der Behandlungsplanung zu beachten sind, um einen tief zerstörten Zahn langfristig zu erhalten und erfolgreich versorgen zu können. Besonders die Einhaltung der biologischen Breite und die Möglichkeit einer *Ferrule-Präparation* sind hervorgehoben zu betrachten. **Material und Methode:** In der weiteren Folge beschreibt dieser erste Teil die verschiedenen Techniken und Limitationen der Kronenverlängerung, von der Gingivektomie über die klassischen chirurgischen Techniken bis hin zur kieferorthopädischen *Forced Eruption Technique*. Es werden ferner die Grundlagen für eine erfolgreiche Gesamtbehandlung einschließlich endodontischer und restaurativer Fragen diskutiert.

Schlussfolgerung: Schlussfolgernd kann festgestellt werden, dass die Verlängerung der klinischen Zahnkrone bei korrekter Planung einen sicheren und gut vorhersagbaren Weg zum Erhalt tief zerstörter Zähne darstellt und somit in der Entscheidungsfindung über einen Erhalt eines tief zerstörten Zahnes eine zentrale Rolle spielen sollte. Eine chirurgische Kronenverlängerung kann darüber hinaus eine gute Behandlungsoption für die Therapie eines sogenannten *Gummy-Smile* darstellen.

(Dtsch Zahnärztl Z 2012, 67: 549–558)

Schlüsselwörter: Kronenverlängerung, Biologische Breite, Ferrule, Aufbaufüllung, Zahnkrone, Chirurgie

Introduction: The first half of this two-part article describes the biologic and static principles to be considered when the lengthening of a clinical crown is planned. An emphasis is placed on the concepts of the biologic width and the so called ferrule-design.

Material and Method: Additionally, the article describes the various different techniques from gingivectomy, to the classical surgical approaches to the forced eruption technique. Non-surgical issues influencing the outcome are also discussed and involve endodontic and restorative considerations as well as the limitations to surgical crown lengthening.

Conclusion: Concluding from the available data, crown lengthening can be considered a valid a well researched approach to save a deeply fractured or cavitated tooth. These techniques should therefore be considered in the decision-making process of extraction versus tooth retention. An additional indication for the surgical crown lengthening technique is the gummy-smile-therapy, which is also described in the article.

Keywords: crown, lengthening, ferrule, preparation, biologic width, core build up

¹ Praxis Dr. Behring und Partner, Wandsbeker Chaussee 44, 22089 Hamburg

Peer-reviewed article: eingereicht: 11.03.2012, revidierte Fassung akzeptiert: 19.06.2012

DOI 10.3238/dzz.2012.0549-0558



Abbildung 1 Indikation zur chirurgischen Kronenverlängerung und Ergebnis der Behandlung: a) Tief zerstörte Zähne nach Entfernung alter Kronen. b) Situation drei Wochen nach chirurgischer Kronenverlängerung.

Figure 1 A typical indication for a surgical crown-lengthening: a) Deeply destroyed teeth after the removal of old crowns. b) Three weeks after surgical crown-lengthening.

Einleitung

Tief zerstörte Zähne stellen den Zahnarzt oft vor die Herausforderung, zu entscheiden, ob sich ein Zahnerhalt bewerkstelligen lässt und ob sich dieser für den Patienten auch lohnt. In der Vergangenheit galt der Zahnerhalt als höchstes Gut der Zahnmedizin und war aus prothetischer Sicht in vielen Fällen alternativlos, um dem Patienten einen festsitzenden Zahnersatz zu ermöglichen. In den letzten Jahrzehnten wurde das Dogma des Zahnerhaltes durch das Aufkommen der dentalen Implantate mehr und mehr in Frage gestellt.

Ein Zahnerhalt stellt sowohl aufgrund häufiger biologischer Komplikationen, wie einem erhöhten Periimplantationsrisiko bei Parodontalpatienten oder durch Schwierigkeiten in der Augmentation [10, 21, 36] als auch aus ökonomischer Sicht eine für den Patienten sinnvolle Alternative zur Implantation dar.

Der vorliegende Artikel wird sich neben der Frage, wann ein Zahnerhalt sinnvoll und möglich sein kann, mit der Restauration tief geschädigter Zähne mittels Verlängerung der klinischen Zahnkrone befassen.

Unter dem Sammelbegriff der Kronenverlängerung oder auch Kronenrandverlängerung versteht man eine Vielzahl von chirurgischen und nicht-chirurgischen Techniken zur Vergrößerung des Abstandes zwischen Limbus Alveolaris und Restaurationsrand als Basis für eine erfolgreiche Restauration tief geschädigter Zähne.

Im ersten Teil werden die Grundlagen des Zahnerhalts tief geschädigter Zähne diskutiert, sowie die biologischen und statischen Hintergründe der Verlängerung klinischer Zahnkronen beleuchtet. Der zweite Teil, welcher in der nächsten Ausgabe der DZZ veröffentlicht werden wird, beschäftigt sich mit dem praktischen Vorgehen der chirurgischen Kronenverlängerung in funktionellen und ästhetisch motivierten Fällen.

Neben der klassischen chirurgischen Kronenverlängerung spielt auch die kieferorthopädisch durchgeführte *Forced Eruption Technique* eine wichtige Rolle im Behandlungsspektrum zur Verlängerung klinischer Zahnkronen; auch diese Technik wird beschrieben werden.

Indikationen

Die Verlängerung der klinischen Zahnkrone, ist immer dann indiziert, wenn ein Zahn durch Karies oder ein Trauma eine so tiefe Zerstörung aufweist, dass er entweder nicht mehr konservierend oder prothetisch versorgt werden kann oder, wenn durch eine entsprechende Versorgung bzw. Neuversorgung die biologische Breite verletzt würde (Abb. 1a, b). Dies kann auch bei Zähnen mit sehr kurzen klinischen Kronen der Fall sein, bei denen eine Retention für einen Zahnersatz nicht ohne Kronenverlängerung erreicht werden kann.

Die fehlende Möglichkeit zur absoluten Trockenlegung im Rahmen geplanter endodontischer Maßnahmen

stellt keine eigene Indikation dar, da die Kronenverlängerung an entsprechenden Zähnen ohnehin für die spätere konservierende oder prothetische Endversorgung durchgeführt werden müsste. Dennoch stellt zumeist der Endodontologe die Indikation zur Kronenverlängerung, da er als erster mit dem Problem der tiefen Zerstörung eines Zahnes oder einer koronal liegenden Perforation des Zahnes konfrontiert wird.

Sonderfälle in der Indikation ergeben sich bei Patienten, bei denen es – trotz suffizientem Zahnersatz mit gut adaptierten Kronenrändern – allein durch die Tiefe der Präparation zu einer Verletzung der biologischen Breite mit Entzündungsreaktionen und Schmerzzuständen gekommen ist.

Eine ästhetisch motivierte Indikation zur Verlängerung der klinischen Zahnkrone ergibt sich häufig bei asymmetrischen Gingivaverläufen oder beim Vorliegen eines moderaten *Gummy Smile*, also der Kombination aus kurzen und breiten Zahnkronen mit einer außergewöhnlich hohen Lachlinie. Diese Anomalie ist jedoch in vielen Fällen durch eine Hyperplasie des Oberkiefers bedingt und muss dann hauptsächlich orthognatisch therapiert werden.

Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche Kronenverlängerung

Die erfolgreiche Restaurierung eines vormals tief geschädigten Zahnes hängt

von verschiedenen Parametern ab. Von besonderer Bedeutung für eine prothetische Versorgung eines solchen Zahnes ist die Schaffung einer ausreichenden Retention für eine spätere Überkronung. Diese Retentionsfläche in der gesunden Zahnhartsubstanz wird im Allgemeinen als *Ferrule-Design* bezeichnet und spielt nur für die Verankerung von Kronen, nicht aber in der Legung von adhäsiven Füllungen oder Einlagefüllungen, eine Rolle (Abb. 2).

Die Einhaltung bzw. die Wiederherstellung der biologischen Breite stellt den zweiten wichtigen Faktor in der erfolgreichen Restauration eines tief zerstörten Zahnes dar. Die biologische Breite wird definiert über die Zone des bindegewebigen Attachments und des Saumepithels (Abb. 2) und wird oft mit dem Abstand zwischen dem Limbus alveolaris und dem apikalen Ende einer Restauration gleichgesetzt [6]. Studien zeigen, dass die Versorgung von Zähnen unter Verletzung der biologischen Breite zu dauerhaften biologischen Komplikationen, wie anhaltenden Entzündungszuständen, führen kann [15, 20].

Ein ebenfalls bedeutender Parameter in der Behandlung von Frontzähnen stellt das zu erwartende ästhetische Resultat der Behandlung dar. So muss auch bei biologisch und mechanisch einwandfrei versorgten Zähnen von einem Misserfolg gesprochen werden, wenn sich durch die Behandlung ein unbefriedigendes ästhetisches Gesamtbild für den Patienten ergibt.

Das Ferrule Design

Ferrule ist das englische Wort für den *Fassreifen*, also für ein Metallband, welches einem Holzfass die notwendige Stabilität verschafft. Unter einem *Ferrule-Design* versteht man in der Zahnheilkunde eine Präparationsform für eine Krone, bei der die Stumpfpräparation apikal über die Aufbaufüllung hinaus extendiert und somit parallele Retentionsflächen im echten Zahn entstehen lässt. Der Theorie folgend, soll eine solche Präparationsform durch den sogenannten *Ferrule-Effekt* zu einer höheren Stabilität der Krone auf dem Stumpf führen (Abb. 2). Eine derartige Präparationsform kann zusätzlich von Vorteil sein, wenn eine geringe Reststumpfhöhe besteht oder der Präparationswin-

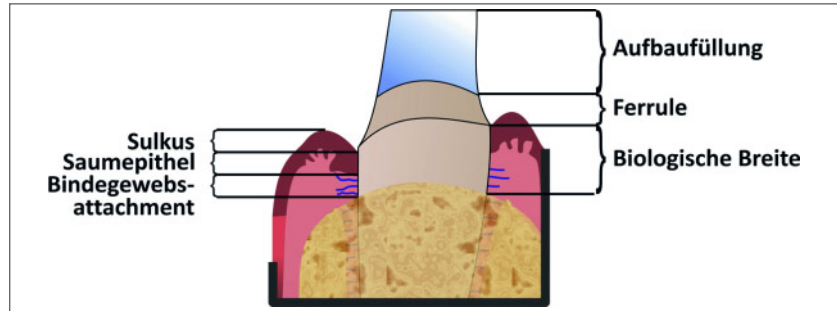


Abbildung 2 Die dento-gingivalen Beziehungen im Bereich der Präparationsgrenze.
Figure 2 Dentogingival relationship in the area of the preparatory margin.

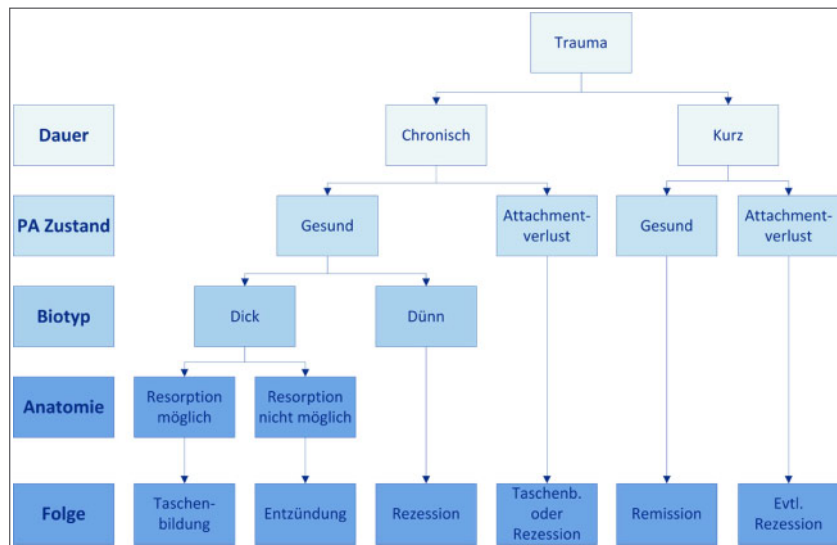


Abbildung 3 Folgen einer Verletzung der biologischen Breite.
Figure 3 Violation of the biologic width.

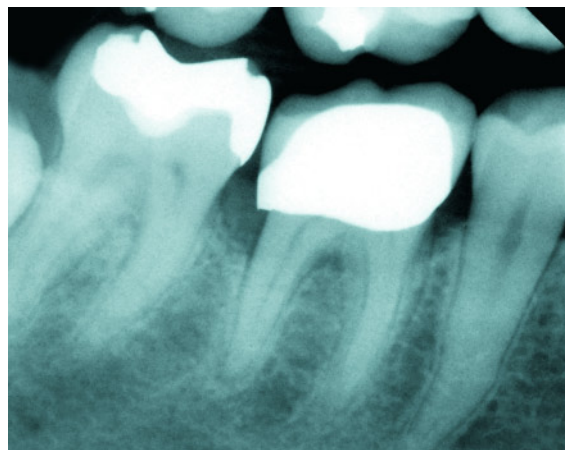


Abbildung 4 Ein insuffizienter und zu tief liegender Kronenrand hat einen tiefen Knochendefekt in einem sonst parodontal gesunden Kauorgan verursacht.

Figure 4 A deep bony lesion in an otherwise periodontally healthy dentition, caused by an insufficiently and too deep subgingivally placed crown-margin.

kel durch eine Verlängerung der Stumpfhöhe verringert werden könnte, da beide Maßnahmen zu einer Erhöhung der Kronenhaltes führen [47, 48].

In Modell- und Computermodellstudien diverser Autoren konnte übereinstimmend gezeigt werden, dass Zähne und ihre Kronen stabiler sind, wenn

bei der Präparation ein *Ferrule-Design* verwendet wurde. Es wurde berichtet, dass die Frakturgefahr in horizontaler und vertikaler Richtung in Zähnen mit *Ferrule-Design* geringer ist [1, 25], dass die Rotationsstabilität einer künstlichen Krone durch die Anlage eines *Ferrules* erhöht werden kann [16] und dass die Ver-

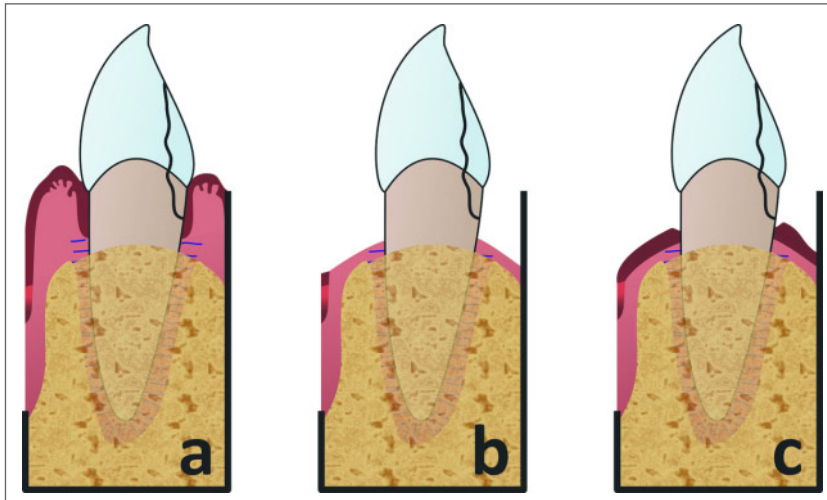


Abbildung 5 Die externe Gingivektomie: a) Frakturierter Zahn beim Vorliegen vertiefter parodontaler Taschen. b) Resektion der Gingiva dicht über der Knochenkante unter Erhalt der keratinisierten Gingiva. c) Zustand mit wieder eingestellter biologischer Breite nach Wundheilung.
Figure 5 External gingivectomy: a) Fractured tooth with existing periodontal pockets. b) Resection of the gingival tissue closely above the bone-crest with preservation of a band of keratinized tissue. c) Situation after reinstatement of the biologic width after wound-healing.

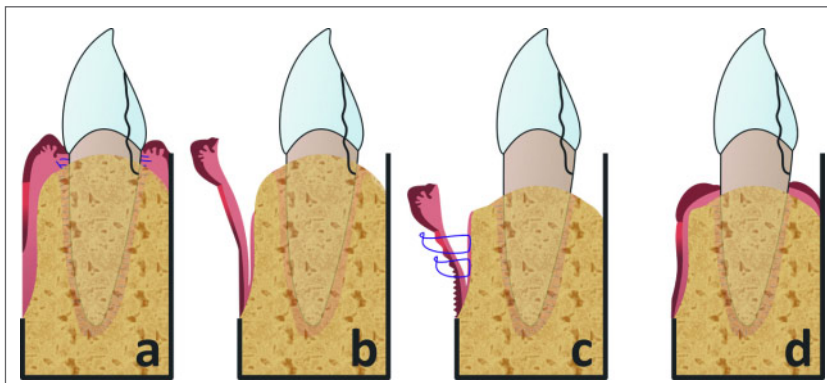


Abbildung 6 Die klassische chirurgische Kronenverlängerung: a) Frakturierter Zahn mit einem gesunden Parodontium. b) Präparation eines Spaltlappens für eine Apikalverschiebung. c) Apikale Verschiebung des Lappens mit periostaler Verankerung nach Knochenresektion. d) Zustand mit wieder eingestellter biologischer Breite nach Wundheilung.
Figure 6 Classic technique for surgical crown-lengthening: a) Fractured tooth with a healthy periodontium. b) Preparation of a split-flap for apical positioning. c) Apical positioning of the flap with periosteal fixation after bone-resection. d) Situation after reinstatement of the biologic width after wound-healing.

formung von Zähnen (*Stress*) unter Belastung durch eine *Ferrule*-Präparation reduziert werden kann [17].

In einem Literaturreview kommen Stanckiewicz et al. zu dem Ergebnis, dass die Resultate verschiedenster Modellversuche möglicherweise klinisch wenig relevant sein könnten, da die in den Versuchen auf die Zähne übertragenen Kräfte größer als die in klinischen Situationen zu erwartenden Kräfte waren [40].

Ein neuerer Review der gleichen Autoren und zum gleichen Thema zeigt außerdem, dass die Stabilität einer Krone neben dem *Ferrule*-Effekt vor allem von der Aufbaufüllung und der Art einer möglicherweise verwendeten Stiftauflaufbauversorgung abhängt [39].

Klinische Studien zur Untersuchung der Auswirkung eines *Ferrule*-Effektes sind aufgrund der langen Lebensdauer von Zahnkronen schwer durchzuführen und als prospektive Studien oder sogar

also randomisierte kontrollierte Studien (*RCT*) ethisch nicht vertretbar [40]. Unsere Literatursuche zeigte, dass nur eine klinische Studie zum *Ferrule*-Effekt existiert [43]. Diese retrospektive Analyse zeigte, dass von 800 unterschiedlichen Kronen nur solche im Beobachtungszeitraum frakturierten, welche kein *Ferrule*-Design aufwiesen. Die Gesamtzahl der frakturierten Zähne lag dazu mit nur 7 bei weniger als 1 % der Testgruppe. Leider finden sich in der Studie keine Angaben zur Häufigkeit des *Ferrule*-Designs innerhalb der Testgruppe.

Der verfügbaren Literatur folgend kann festgehalten werden, dass es eine starke Evidenz für einen positiven *Ferrule*-Effekt in Laboruntersuchungen gibt, dass es jedoch keine klinischen Studien zur Verifizierung gibt. Wenn man bemerkt, dass die im Labor aufgewendeten Kräfte möglicherweise außerhalb klinisch relevanter Bereiche liegen [5, 40] und wenn man bedenkt, dass die Präparation eines *Ferrule*-Designs das Kronen-Wurzelverhältnis ungünstig beeinflussen kann, und dass ein tief präparierter Stumpf aufgrund der sich verjüngenden Wurzel einen kleineren Durchmesser haben muss als ein flach präparierter [12], so erscheint die grundsätzliche Forderung nach einem *Ferrule*-Design zur Überprüfung geeignet; vor allem, wenn dafür parodontales Attachment geopfert werden müsste.

Zusammenfassend erscheint die Anlage eines *Ferrule*-Designs nicht abträglich, sollte aufgrund der fehlenden klinischen Evidenz jedoch nur dann präpariert werden, wenn dafür kein Attachment geopfert werden muss. Den Empfehlungen der DGZMK folgend [7, 8], können solche Zähne eine Ausnahme darstellen, welche keinerlei retentive Flächen mehr aufweisen (z. B. horizontal frakturierte Zähne). Eine Verlängerung der klinischen Zahnkrone mit dem einzigen Ziel der Anlage eines *Ferrule*-Designs sehen wir daher nur bei solchen tief zerstörten Zähnen als gerechtfertigt an.

Die biologische Breite

Der Terminus „Biologische Breite“ geht zurück auf einen Vortrag von D. Walter Cohen in Washington D.C. im Jahr 1962 [6]. Die zugrundeliegende Idee wurde jedoch bereits weit früher von Gottlieb und Urban beschrieben und letztlich

1961 von Gargiulo et al. veröffentlicht [11, 14, 28]. Der Begriff *Biologische Breite* beschreibt nach Cohen die Summe aus der Breite des Saumepithels und der Breite des bindegewebigen Attachements eines Zahnes (Abb. 2). Nach den Ergebnissen der Studie von Gargiulo et al. betragen die entsprechenden Mittelwerte 0,97 bzw. 1,07 mm. Die biologische Breite wird daher korrekt mit 2,04 mm angegeben. Da für den Praktiker die gesamte gingivale Dimension über dem Knochen relevanter scheint als die histologische Abgrenzung einzelner Gewebsanteile, wird der Begriff der *Biologischen Breite* häufig (und fälschlicher Weise) mit dem durch Nevins und Skurrow beschriebenen Dento-Gingivalen Komplex gleichgesetzt, welcher die Breite des gingivalen Sulkus mit einberechnet [26]. Gerundet wird die biologische Breite daher oft als „ca. 3 mm“ angegeben.

Während sich die Angabe der biologischen Breite durch die Zahlen von Gargiulo et al. weitgehend durchgesetzt hat, so darf nicht übersehen werden, dass es sich bei diesen Werten um Mittelwerte einer Autopsiestudie handelt, welche von Präparat zu Präparat Abweichungen von mehreren Millimetern aufwiesen [11]. Wie Studien zeigen, stellt sich der Gingivalrand nach einer Komplettresektion der supraossären Gingiva wieder auf der präoperativ gemessenen Höhe ein [46], so dass von einer individuell stabilen biologischen

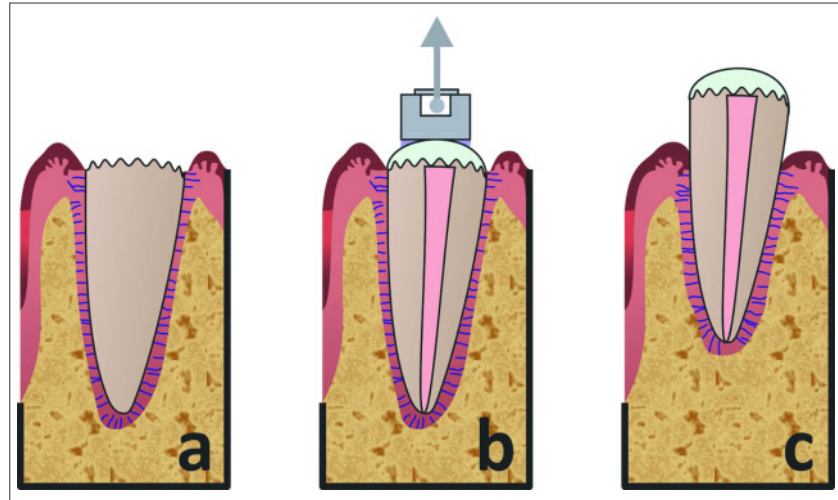


Abbildung 7 Die Forced Eruption Technique: a) Horizontal frakturierter Zahn mit einem gesunden Parodontium. b) Kieferorthopädische Extrusion nach Wurzelkanalbehandlung und Bracketklebung. c) Zustand mit wieder eingestellter biologischer Breite nach Retainment.

Figure 7 The Forced Eruption Technique: a) Horizontally fracture tooth with a healthy periodontium. b) Orthodontic extrusion following root-canal-treatment and bracketing. c) Situation after reinstatement of the biologic width.

Breite ausgegangen werden kann, welche möglicherweise genetisch determiniert ist. Studien zur biologischen Breite haben gezeigt, dass die gingivale Dimension über dem Knochen von Patient zu Patient unterschiedlich sein kann und sich sogar innerhalb eines Patienten, von Zahn zu Zahn und von Zahnfläche zu Zahnfläche, unterscheidet [11, 27, 31, 42, 44]. Die Verteilung der Höhe der biologischen Breite folgt aber keinem

zufälligen Prinzip, sondern ist zwischen verschiedenen Patienten und Studien identisch.

Bei der Betrachtung der Gewebsreaktion auf ein dentogingivales Trauma muss zwischen kurzen, einmaligen Traumata und langfristig wirkenden Einflüssen unterschieden werden (Tab. 1). Während kurzfristige Traumata ohne Beschädigung der Zementschicht in aller Regel zu einer Gewebsreparation

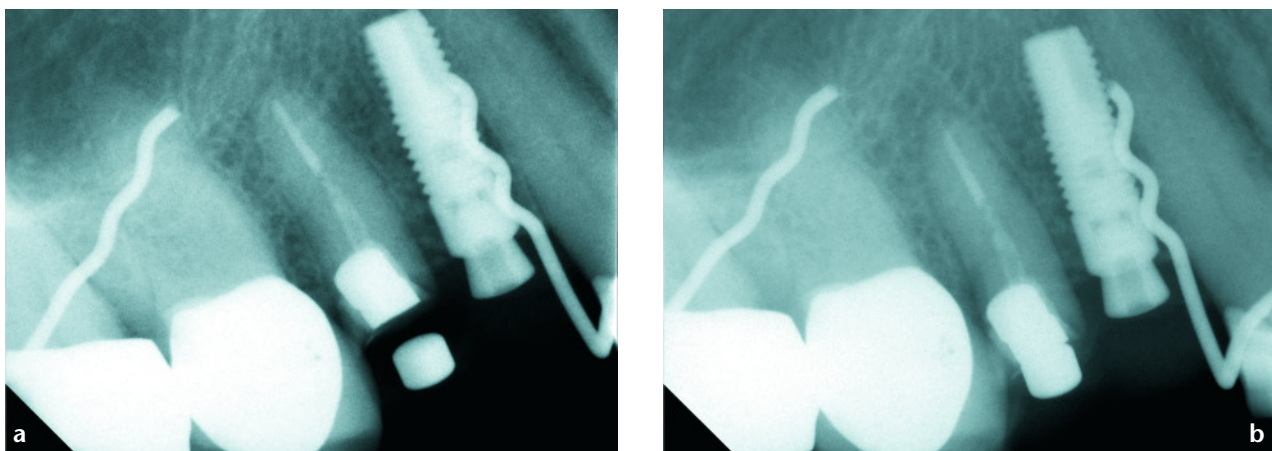


Abbildung 8 Indikation zur kieferorthopädischen Extrusion. Eine chirurgische Kronenverlängerung ist kontraindiziert, da Knochen direkt am Implantat entfernt werden müsste. a) Vor der Extrusion: Bemerke den Abstand zwischen den Magneten im Zahn und in der Interimsprothese. b) Nach der Extrusion: Die Magneten stehen nach 10 Tagen in Kontakt. Im Bereich des Periapex ist noch die ursprüngliche Alveolenform zu erkennen.

Figure 8 Indication for orthodontic extrusion. A surgical crown-lengthening is not indicated, since implant-supporting bone would have to be resected. a) Before extrusion: Note the distance between the two magnets, placed both into the root and into the temporary RPD. b) After extrusion: The magnets are in contact after 10 days. The original position of the root in the bone is still visible in the peri-apical area.



Abbildung 9 Ästhetisch und biologisch motivierte Kronenverlängerung: a) Ausgangsbefund: Eine zu kurze klinische Zahnkrone mit einer zu tief präparierten VMK-Krone. b) Zustand nach Inzision und Gingivektomie. c) Zustand vor Osteotomie. Bemerkte die Schmelzanteile unterhalb des Kronenrandes. d) Zustand nach Osteotomie. e) Zustand nach Eingliederung einer neuen Zirkonkrone und einem Veneer auf Zahn 21.

Figure 9 Esthetically and biologically motivated crown-lengthening: a) Before treatment: A short clinical crown with a deeply positioned crown-margin. b) After incision and gingivectomy. c) Before osteotomy. Note the remaining parts of the enamel apically of the crown-margin. d) After osteotomy. e) New zirconium crown in place. An additional veneer has been placed on tooth 21.

oder einer vollständigen Regeneration führen [46], muss bei langfristigen Verletzungen der biologischen Breite mit einer dauerhaften und unumkehrbaren Reaktion des Körpers gerechnet werden. In einer kontrollierten histo-morphometrischen Tierstudie am Beagle-Hund konnten Tal et al. zeigen, dass der Körper auf Verletzung der biologischen Breite mit einer Resorption von marginalem Knochen, gefolgt von einer Rezessionsbildung, reagiert [41]. In einer ähnlichen Studie konnten Parma-Benefati et al. zeigen, dass es durch die Restauration von Klasse V Kavitäten auf Knochenniveau zu 5 mm Resorption kam, wohingegen keine messbare Resorption festgestellt wurde, wenn die

Restaurationen 4 mm oberhalb des Knochens endeten[30]. Eine interessante Beobachtung folgte aus der Studie von Tal et al.: Die Kontrollgruppe dieser Studie wurde durch unversorgte Klasse V Kavitäten auf Knochenhöhe gebildet. Diese unversorgten Kavitäten führten lediglich zu kleinen Resorptionen, welche die Autoren allein durch das chirurgische Vorgehen selbst und durch die Mundhygienemaßnahmen am Hund erklärten. Es wurde somit bestätigt, dass nicht die Verletzung der Zahnhartsubstanz, sondern die Einbringung eines restaurativen Materials in Knochennähe zur Resorption führte [41]. Der Körper stellt somit die gewohnte gingivale Dimension (biologische Breite) auf einer neuen Hö-

he wieder ein, sofern er in der Lage ist, die Hartschubstanzverletzung durch eine Zementneubildung zu verschließen (Regeneration). Dies ist auf natürlichem Wege nur bei kleinflächigen Defekten möglich.

Die Verletzung der biologischen Breite kann, in Abhängigkeit vom Verletzungsmodus und den biologischen Gegebenheiten wie dem Biotyp [2], zu unterschiedlichen Reaktionen führen, wie (Abb. 3) zeigt.

Eine besondere Bedeutung kommt der biologischen Breite mit Blick auf die Lage des künstlichen Kronenrandes zu (Abb. 4). Diverse Autoren konnten zeigen, dass sich tief liegende Restaurationsränder negativ auf die gingivale und

parodontale Gesundheit auswirken – in der Ursache unabhängig von der Qualität und dem Material der Restauration [9, 13, 23, 29, 35, 38, 45]. Es wird daher allgemein empfohlen, Restaurationsränder im Idealfall supragingival, keinesfalls aber tiefer als 0,5–1 mm subgingival zu platzieren, um nicht in die biologische Breite (Saumepithel oder bindegewebiges Attachment) einzugreifen [26]. Würde die Tiefe eines kariösen oder frakturbedingten Defektes zu einer tiefer subgingival liegenden Restauration führen, so stellt dies eine Indikation zur Verlängerung der klinischen Zahnkrone dar.

Einen umfassenden Überblick über die biologischen und restaurativen Beziehungen im Bereich der so bezeichneten Parodontal-Resaturativen Schnittstelle (Perio-restorative Interface) gibt *Kois* [20], welcher auch auf die Lage und Formgestaltung des künstlichen Restaurationsrandes eingeht.

Techniken und therapeutische Grenzen

Die Indikationsstellung zur Verlängerung der klinischen Zahnkrone ergibt sich in aller Regel aus der Notwendigkeit, eine Restauration in den tief subgingivalen Bereich verlegen zu müssen. Für die Indikationsstellung sind somit immer biologische und prothetische Faktoren entscheidend: Die Einhaltung der biologischen Breite und die Gewährleistung einer idealen Präparationsform. Da es neben der chirurgischen Kronenverlängerung auch noch andere mögliche Techniken zur Verlängerung der klinischen Zahnkrone gibt, wird in der Folge eine Übersicht über Indikationen und Limitationen dargestellt.

Die externe Gingivektomie

Eine externe Gingivektomie, also die Resektion von Weichgewebe ohne Knochenmodellation, stellt einen Ausnahmefall der chirurgischen Kronenverlängerung dar. Diese sehr einfache Technik, welche in Einzelfall sogar mit dem Elektrotom, einem Laser oder einem rotierenden Diamanten bewerkstelligt werden kann, hat zum Nachteil, dass sie das Attachmentlevel des behandelten Zahnes nicht verändert. Im parodontal gesunden Gebiss führt eine solche Therapie da-

chronisches Trauma	kurzfristiges Trauma
Karies	Gingivektomie
Kronenrand	„Fäden legen“
Füllungsänder	Trauma
Zahnstein	Elektrotom
Konkremete	Präprauma
Zementreste	Prof. Zahnreinigung
Parodontitis	Sondierung

Tabelle 1 Auf das marginale Parodont einwirkende Traumata.

Table 1 Trauma to the marginal periodontium.

(Abb. 1-9, Tab. 1: J. Behring)

her zum Wiederheranwachsen der Gingiva [46]. Eine Verletzung der biologischen Breite kann im Rahmen einer nachfolgenden Restauration also nicht verhindert werden. Die Gingivektomie ist somit nur sinnvoll, wenn das Ziel die Reduktion von parodontalen Taschen ist (Abb. 5a-c). Ziel der Kronenverlängerung ist somit keine Korrektur der Lage der biologischen Breite, sondern die Zugänglichmachung der Restaurationsgrenzen für eine erleichterte Abdrucknahme sowie für eine effizientere Mundhygiene.

Die Gingivektomie kann beim Vorliegen einer schmalen Zone von keratinisierter Gingiva mit einem apikalen Verschiebelappen kombiniert werden (Interne *Bevel*-Technik mit Verschiebelappen).

Die klassische chirurgische Kronenverlängerung (Offene Lappentechniken)

Unter dem Namen „chirurgische Kronenverlängerung“ werden diverse Techniken zusammengefasst, welche eine apikale Verschiebung des marginalen Knochensaums und der darüber liegenden Gingiva zum Ziel haben (Abb. 6a-d). Diese Techniken stellen die größte Entität der Techniken zur Verlängerung der klinischen Zahnkrone dar, da sie eine Korrektur der biologischen Breite nach apikal ermöglichen und somit immer dann eingesetzt werden, wenn Restaurationen nach apikal verlagert werden müssen. Während in der klassischen Technik eine Lappenbildung bevorzugt wird, kommen heute auch viele lappen-

lose Techniken zum Einsatz. Diese werden nachfolgend beschrieben.

Diese Verfahren werden auch bevorzugt im Rahmen der ästhetischen Kronenverlängerung eingesetzt, wo sie im Weichgewebe mit mikrochirurgischen Techniken kombiniert werden können.

Ein Behandlungskonzept der klassischen chirurgischen Kronenverlängerung wird in Teil zwei dieses Artikels vorgestellt.

Lappenlose Techniken zur chirurgischen Kronenverlängerung

Insbesondere für die ästhetisch motivierte chirurgische Kronenverlängerung spielen lappenlose Techniken eine große Rolle. Lappenbildungen können zu Vernarbungen in der Ästhetikzone führen; und auch Rezessionsbildungen und Papillenverluste sind niemals ausgeschlossen.

Lappenlose Techniken zur chirurgischen Kronenverlängerung sind immer dann ideal anzuwenden, wenn eine Gingivektomie ohne Knochenchirurgie ausreichend ist. Dies kann bei parodontal vorgeschädigten Zähnen oder bei unvollständigen Eruptionen von Frontzähnen der Fall sein.

In Fällen, in denen Knochen reduziert werden muss, sind lappenlose Techniken nur in der sogenannten Tunneltechnik denkbar, also mit Verzicht auf Papillenzisionen durch Untertunnelung. Nach entsprechender Mobilisation der Papille ist in aller Regel eine Sicht auf den zu resezierenden Knochen möglich.

Eine Knochenresektion sollte in dieser Technik allerdings ausschließlich nicht-rotierend, also piezochirurgisch, oszillierend oder manuell erfolgen.

Eine weitere Variante stellt die lappenlose Operation in Envelope-Technik dar [3]. Diese Technik ermöglicht die manuelle oder piezochirurgische Knochenresektion dünner Knochenlammellen im bukkalen Bereich ohne Schädigung der Papillen. Da der interdendale Knochen nicht verändert wird, ist diese Technik ausschließlich in Fällen indiziert, in denen das interdendale Gewebsniveau nicht verändert werden soll.

Durch die Entwicklung von chirurgischen Lasern und oszillierenden bzw. piezochirurgischen Geräten zur Knochenresektion hat sich ein Trend, hin zu vollständig lappenlosen Techniken, entwickelt. So beschreiben verschiedene Autoren Techniken, in denen das Knochen-niveau mittels Erbium-Laser [22] oder mittels oszillierender, schallgetriebener Ansätze [4] über den Sulkuszugang ohne Bildung eines Lappens reduziert wird. Diese Techniken sollten aus unserer Sicht mit Zurückhaltung eingesetzt werden, da eine Verletzung der Zahnoberfläche durch die chirurgischen Geräte nicht ausgeschlossen werden kann. Ein supraossäres bindegewebiges Attachment kann durch den Körper nur wieder hergestellt werden kann, wenn die Zementschicht auf dem Zahn unversehrt ist. Bei fehlender oder beschädigter Zementschicht folgt eine Proliferation des Saumepithels bis zur Knochenkante [24]. Es folgt somit eine entzündliche Knochenresorption bis zur Neueinstellung der bindegewebigen Attachmentzone und der biologischen Breite. Da der Wurzelzement einen ähnlichen Aufbau und Mineralisationsgrad wie Bündelknochen aufweist, ist damit zu rechnen, dass sowohl knochen-abtragende Laser als auch oszillierende Geräte das Zement schädigen können. Knochenresektionen sollten daher grundsätzlich unter direkter Sicht durchgeführt werden, und selbst dann sollte der Zahn nie mit maschinell arbeitenden Instrumenten in Berührung kommen.

Bei allen lappenlosen Techniken sollte auf den Einsatz rotierender Instrumente verzichtet werden, da diese sowohl das Weichgewebe beschädigen als auch unkontrollierte desmodontale Schäden setzen können. Wir geben daher Handinstrumenten oder piezochirurgischen In-

strumenten den Vorzug. Um desmodontale Schäden sicher ausschließen zu können, sollte die finale Knochenlammelle immer über ein Handinstrument abklappend entfernt werden [19]. Diese Technik verwenden wir auch in der Lappentechnik und beschreiben sie in Teil 2 dieses Artikels. Eine so durchgeführte schichtweise Abtragung des Knochens ist ohne eine Mobilisation des Resektionsbereiches (lappenlose Technik ohne vestibuläre Mobilisation) nicht erreichbar.

Die ästhetisch motivierte Kronenverlängerung

Die ästhetisch motivierte Kronenverlängerung stellt die schwierigste Technik zur Verlängerung der klinischen Zahnkrone dar (Abb. 9a-e). Nicht nur die biologische, sondern vor allem die ästhetische Umsetzung einer Planung erfordert viel Erfahrung und führt trotz aller Bemühungen aufgrund der komplexen biologischen Beziehungen im Papillbereich nicht immer zum gewünschten Ergebnis. Besonders Fälle, bei denen sich bereits Zahnersatz *in situ* befindet, stellen eine besondere und häufig unlösbare Aufgabe dar. Durch den vorhandenen Zahnersatz bestehen oft schon Präparationsgrenzen, welche einen Knochenverlauf vorgeben, der den ästhetischen Zielen besonders interdental gegenüber steht. In solchen Fällen sind oft Kompromisslösungen zwischen biologischen Zwängen und ästhetischen Wünschen notwendig, welche erst durch einen erfahrenen Zahntechniker im Sinne des Patienten finalisiert werden können. *In situ* befindlicher Zahnersatz muss somit meist nach der Behandlung erneuert werden, wobei sich nach unserer Erfahrung die Eingliederung einer laborgefertigten Langzeitversorgung (Laborprovisorium) als überbrückende Maßnahme bewährt.

Eine strukturierte Übersicht über die Techniken der ästhetisch motivierten chirurgischen Kronenverlängerung findet sich bei *Jorgensen et al.* 2001 [18].

Die kieferorthopädische Extrusion

Unter der kieferorthopädischen Extrusion (*Forced Eruption Technique*) (Abb. 7a-c) versteht man die beschleunigte kiefer-

orthopädische Extrusion eines tief geschädigten Zahnes mit dem Ziel der Neuversorgung [33, 34]. Genutzt wird diese Technik dann, wenn aus ästhetischen Gründen keine chirurgische Kronenverlängerung möglich ist. Eine weitere Indikation ergibt sich dann, wenn ein Knochenverlust in unmittelbarer Nähe des zu verlängernden Zahnes kritisch zu bewerten ist. Dies kann der Fall sein, wenn der zu verlängernde Zahn in Nachbarschaft zu einem Furkationsbereich liegt oder wenn der Zahn dicht neben einem Implantat steht (Abb. 8a, b).

Um das Ziel einer verlängerten klinischen Krone zu erreichen, ist diese Technik mit der sogenannten Fiberotomie zu verknüpfen, also mit der regelmäßigen Durchtrennung der supraossären, ins Zement einstrahlenden, Fasern [32]. Ohne diese Fiberotomie würde der dento-gingivale Komplex mit extrudiert, wie dies etwa bei der kieferorthopädischen Regulation von parodontalen Defekten gewünscht ist. Traditionell werden die zu extrudierenden Zähne mittels einer kieferorthopädischen Feder über ein geklebtes Bracket extrudiert. Diese Maßnahme erlaubt zwar eine sehr gut steuerbare Extrusion in allen Raumebenen, jedoch ist diese für die betreffenden Patienten oft belastend, da eine provisorische Versorgung während der Extrusion meist ausgeschlossen ist. Alternativ hat sich die magnetgesteuerte Extrusion bewährt (Abb. 8a, b). Die magnetische Extrusion erfolgt allerdings in vorher unberechenbarem Tempo und kann in ihrer Richtung nur ungenügend gesteuert werden. Diese Technik sollte nur von erfahrenen Parodontologen oder Kieferorthopäden durchgeführt werden, um Komplikationen zu vermeiden.

Im Anschluss an die Extrusion sollte immer ein mehrmonatiges Retainment mittels festsitzendem Laborprovisorium und adhäsiver Fixierung an den Nebenzähnen erfolgen, um eine Stabilisierung des Zahnes zu erreichen und einer Remission (Reintrusion) vorzubeugen.

Limitationen und Kontraindikationen

Kontraindiziert ist jede Art von Kronenverlängerung bei unbehandelten Parodontalpatienten, da eine Abschätzung der biologischen Breite bei einer ent-

zündlich veränderten Gingiva nicht möglich ist.

Zahnbezogene Kontraindikationen sind vor allem nicht-lösbare endodontische Probleme und ein nach der Behandlung resultierendes unglückliches Kronen- zu Wurzelverhältnis (*Crown-Root-Ratio*) bzw. ein unzureichendes Restattachment nach Knochenresektion. Da die Knochenresektion bei einer chirurgischen Kronenverlängerung immer auf die Nebenzähne ausgedehnt werden muss, um einen harmonischen Knochenverlauf zu erhalten [18, 37], kann eine übermäßige Schädigung benachbarter Parodontien ebenfalls eine Kontraindikation zur Kronenverlängerung darstellen [19]. Eine anatomische Kontraindikation ergibt sich vor allem bei distalen Molaren im Unterkiefer, da hier der Kieferwinkel eine gleichmäßige knöcherne Reduktion verhindern kann. Zu beachten sind außerdem die ästhetischen Wünsche des Patienten, welche durch freiliegende Wurzeloberflächen (gleichbedeutend mit Rezessionen) über das im Einzelfall tolerierte Maß hinaus beeinträchtigt werden kann.

Es sollte bei aller Vorsicht im Umgang mit den Techniken zur Kronenverlängerung jedoch bedacht werden, dass die Feststellung einer Kontraindikation immer die Entfernung des Zahnes zur Folge hat. Somit ist die Kronenverlängerung oft auch dann noch zu rechtfertigen, wenn benachbarte Strukturen geschädigt werden, oder eine Furkations-

eröffnung eine nachfolgende Trennung des Zahnes mit endodontischer Therapie oder eine Tunnelierung nach sich zieht.

Eine Therapieentscheidung zum Zahnerhalt mittels chirurgischer Kronenverlängerung sollte jedoch nur dann erfolgen, wenn die langfristige Prognose und strategische Bedeutung des Zahnes für eine Behandlung sprechen. Gerade bei Grenzindikationen, mit einer Notwendigkeit zu einer erheblichen Knochenreduktion, kann es passieren, dass im Falle einer späteren Zahnextraktion wertvoller Knochen für eine mögliche Implantation entfernt wurde.

Praktisches Vorgehen der chirurgischen Kronenverlängerung

Das praktische Vorgehen bei der chirurgischen Kronenverlängerung wird in der nächsten Ausgabe der DZZ veröffentlicht.

Schlussfolgerungen

Die Restauration tief zerstörter Zähne ist unter Einhaltung biologischer und mechanischer Anforderungen oft nur durch die Verlängerung der klinischen Zahnkrone möglich. Das Ausmaß dieser Verlängerung hängt hauptsächlich von der biologischen Breite und den ästhetischen Anforderungen ab. Es gibt diverse gut erprobte chirurgische und kiefer-

orthopädische Techniken zur Verlängerung der klinischen Zahnkrone. Einzig auf den Einsatz komplett lappenloser Techniken sollte in Hinblick auf die mögliche Verletzung der Zementschicht des Zahnes verzichtet werden. Behandlungen in der Ästhetikzone stellen eine große Herausforderung dar und sollten durch Spezialisten erfolgen.

Im zweiten Teil dieses Artikels wird auf das praktische Vorgehen der chirurgischen Kronenverlängerung eingegangen.

Interessenkonflikt: Der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht. DZZ



DZZ-Leserinnen und -Leser können sich bis zum 14.10.2012 Videobeiträge zu diesem Thema von Dr. Behring nach kostenloser Registrierung unter www.dental-online-college.com/dzz ansehen.



Dental Online College
The Experience of Experts

Korrespondenzadresse

Dr. Jan Behring, M.Sc.
Praxis Dr. Behring und Partner
Wandsbeker Chaussee 44
22089 Hamburg
Tel.: 040 / 2 51 29-25, Fax: -35
E-Mail: j.behring@behring-und-partner.de

Literatur

- Barkhardar RA, Radke R, Abbasi J: Effect of metal collars on resistance of endodontically treated teeth to root fracture. *J Prosthet Dent* 61, 676–678 (1989)
- Becker W, Ochsenbein C, Tibbetts L, Becker BE: Alveolar bone anatomic profiles as measured from dry skulls. *Clinical ramifications.* *J Clin Periodontol* 24, 727–731 (1997)
- Behring J, Rathe F, Junker R: Ästhetische Kronenverlängerung mit einer lappenlosen chirurgischen Technik – Ein Fallbericht. *Parodontologie* 20, 59–67 (2009)
- Benz J: Chirurgische Kronenverlängerung. *Dental Magazin* 29, 336–338 (2011)
- Bolhuis HPB, De Gee AJ, Feilzer AJ, Davidson CL: Fracture strength of different core build-up designs. *Am J Dent* 14, 286–290 (2001)
- Cohen DW: Biologic width (lecture). Washington DC, presented at Walter Reed Army Medical Center, June 3, 1962
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde: Aufbau endodontisch behandelter Zähne. *Dtsch Zahnärztl Z* 58, 199–201 (2003)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde: Aufbau-füllungen für einen vitalen Zahn. *Dtsch Zahnärztl Z* 60, 360–362 (2005)
- Flores-de-Jacoby L, Zafiropoulos GG, Ciancio S: Effect of crown margin location on plaque and periodontal health. *Int J Periodontics Restorative Dent* 9, 197–205 (1989)
- Fransson C, Lekholm U, Jemt T, Berglundh T: Prevalence of subjects with progressive bone loss at implants. *Clin Oral Implants Res* 16, 440–446 (2005)
- Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B: Dimensions and relations of the dento-gingival junction in humans. *J Periodontol* 7, 111–119 (1961)
- Gegauff AG: Effect of crown lengthening and ferrule placement on static load failure of cemented cast post-cores and crowns. *J Prosthet Dent* 84, 169–179 (2000)
- Gilmore N, Sheiham A: Overhanging dental restorations and periodontal disease. *J Periodontol* 42, 8–12 (1971)
- Gottlieb B: Der Epithelansatz am Zahne. *Dtsch Monatsschr Zahnk* 39, 142 (1921)
- Gracis S, Fradeani M, Celletti R, Bracchetti G: Biological integration of aesthetic restorations: factors influencing appearance and long-term success. *Periodontol* 2000 27, 29–44 (2001)
- Hemmings KW, King PA, Setchell DJ: Resistance to torsional forces of various

- post and core designs. *J Prosthet Dent* 66, 325–329 (1991)
17. Ichim I, Kuzmanovic DV, Love RM: A finite element analysis of ferrule design on restoration resistance and distribution of stress within a root. *Int Endod J* 39, 443–452 (2006)
 18. Jorgensen MG, Nowzari H: Aesthetic crown lengthening. *Periodontol 2000* 27, 45–58 (2001)
 19. Klein F, Eickholz P: Glossar der Grundbegriffe für die Praxis: Die chirurgische Kronenverlängerung. *Parodontologie* 15, 239–244 (2004)
 20. Kois JC: The restorative-periodontal interface: biological parameters. *Periodontol 2000* 11, 29–38 (1996)
 21. Koldslund OC, Scheie AA, Aass AM: Prevalence of peri-implantitis related to severity of the disease with different degrees of bone loss. *J Periodontol* 81, 231–238 (2010)
 22. Kuypers T: Chirurgische Kronenverlängerung: Minimalinvasiv und schmerzarm ans Ziel. *Laser Journal* 13, 14–15 (2010)
 23. Lang NP, Kiel RA, Anderhalden K: Clinical and microbiological effects of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. *J Clin Periodontol* 10, 563–578 (1983)
 24. Lindhe J, Nyman S, Karring T: Connective tissue reattachment as related to presence or absence of alveolar bone. *J Clin Periodontol* 11, 33–40 (1984)
 25. Milot P, Stein RS: Root fracture in endodontically treated teeth related to post selection and crown design. *J Prosthet Dent* 68, 428–435 (1992)
 26. Nevins M, Skurow HM: The intracrevicular restorative margin, the biologic width, and the maintenance of the gingival margin. *Int J Periodontics Restorative Dent* 4, 30–49 (1984)
 27. Novak MJ, Albather HM, Close JM: Redefining the biologic width in severe, generalized, chronic periodontitis: implications for therapy. *J Periodontol* 79, 1864–1869 (2008)
 28. Orban B, Kohler J: The physiologic gingival sulcus. *Z Stomatol* 2, 353 (1924)
 29. Orkin DA, Reddy J, Bradshaw D: The relationship of the position of crown margins to gingival health. *J Prosthet Dent* 57, 421–424 (1987)
 30. Parma Benfenati S, Chiesa A, Ritta A, Di Fulvio W: Gingivoplasty. *G Stomatol Ortognatodonzia* 5, 57–58 (1986)
 31. Perez JR, Smukler H, Nunn ME: Clinical dimensions of the supraosseous gingivae in healthy periodontium. *J Periodontol* 79, 2267–2272 (2008)
 32. Pontoriero R, Celenza F, Jr, Ricci G, Carnevale G: Rapid extrusion with fiber resection: a combined orthodontic-periodontic treatment modality. *Int J Periodontics Restorative Dent* 7, 30–43 (1987)
 33. Potashnick SR, Rosenberg ES: Forced eruption: principles in periodontics and restorative dentistry. *J Prosthet Dent* 48, 141–148 (1982)
 34. Reitan K: Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod* 53, 721–745 (1967)
 35. Renggli HH, Regolati B: Gingival inflammation and plaque accumulation by well-adapted supragingival and subgingival proximal restorations. *Helv Odontol Acta* 16, 99–101 (1972)
 36. Roos-Jansaker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S: Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: presence of peri-implant lesions. *J Clin Periodontol* 33, 290–295 (2006)
 37. Rosenberg ES, Garber DA, Evian CI: Tooth lengthening procedures. *Compend Contin Educ Gen Dent* 1, 161–172 (1980)
 38. Silness J: Fixed prosthodontics and periodontal health. *Dent Clin North Am* 24, 317–329 (1980)
 39. Stankiewicz J, Tami T, Truitt T et al.: Impact of chronic rhinosinusitis on work productivity through one-year follow-up after balloon dilation of the ethmoid infundibulum. *Int Forum Allergy Rhinol* 1, 38–45 (2011)
 40. Stankiewicz NR, Wilson PR: The ferrule effect: a literature review. *Int Endod J* 35, 575–581 (2002)
 41. Tal H, Soldinger M, Dreiangel A, Pitaru S: Periodontal response to long-term abuse of the gingival attachment by supracrestal amalgam restorations. *J Clin Periodontol* 16, 654–659 (1989)
 42. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P: The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol* 63, 995–996 (1992)
 43. Torbjørner A, Karlsson S, Odman PA: Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent* 73, 439–444 (1995)
 44. Vacek JS, Gher ME, Assad DA, Richardson AC, Giambardesi LI: The dimensions of the human dentogingival junction. *Int J Periodontics Restorative Dent* 14, 154–165 (1994)
 45. Valderhaug J, Birkeland JM: Periodontal conditions in patients 5 years following insertion of fixed prostheses. Pocket depth and loss of attachment. *J Oral Rehabil* 3, 237–243 (1976)
 46. van der Velden U: Regeneration of the interdental soft tissues following denudation procedures. *J Clin Periodontol* 9, 455–459 (1982)
 47. Wiskott HW, Nicholls JI, Belser UC: The relationship between abutment taper and resistance of cemented crowns to dynamic loading. *Int J Prosthodont* 9, 117–139 (1996)
 48. Wiskott HW, Nicholls JI, Belser UC: The effect of tooth preparation height and diameter on the resistance of complete crowns to fatigue loading. *Int J Prosthodont* 10, 207–215 (1997)