

Sachin Chhatwani, Philipp F. Gebhardt, Björn Ludwig

Klinische Indikationen und Anwendung von Lasern in der Kieferorthopädie

Der Einsatz des Diodenlasers in der Praxis



INDIZES Laser, Gingivektomie, Ästhetik, Frenektomie, Kieferorthopädie

Seit nahezu 30 Jahren werden verschiedenste Laser in der Zahnheilkunde eingesetzt. Allerdings ist ihre Anwendung in der Kieferorthopädie noch nicht weit verbreitet. Trifft ein Laserstrahl auf eine Oberfläche kommt es zu unterschiedlichen Reaktionen, welche für die Zahnmedizin teilweise von Nutzen sein können. Indikationsgebiete für Laser in der Kieferorthopädie sind die Schmelzkonditionierung, das Debonding, die Lichtpolymerisation, die Weichgewebechirurgie und die Biostimulation. Im Bereich der Weichgewebechirurgie eignen sich Laser insbesondere für ästhetische Gingivakorrekturen in der Finishingphase, die Freilegung von Zähnen, die Durchführung von Frenektomien und für die Entfernung hypertrophen Gewebes. Dieser Artikel soll, dem klinisch tätigen Kieferorthopäden, theoretische Grundlagen vermitteln und anhand von praktischen Fallbeispielen die einfache Anwendung des Diodenlasers in der Kieferorthopädie verdeutlichen.

Sachin Chhatwani

Dr. med. dent.
Universität Witten/Herdecke
Zahnklinik
Abteilung für Kieferorthopädie
Alfred-Herrhausen-Str. 45
58455 Witten

Philipp F. Gebhardt

Dr. med. dent.
Biss45
Bismarckstr. 45
10627 Berlin

Björn Ludwig

Dr. med. dent.
Privatpraxis
am Bahnhof 54
56841 Traben Trarbach
und
Poliklinik für Kieferorthopädie
Universität des Saarlandes
Homburg/Saar
Kirrberger Straße
66421 Homburg

Korrespondenzadresse:
Dr. Sachin Chhatwani
E-Mail:
sachin.chhatwani@uni-wh.de

■ Einleitung

Licht ist eine elektromagnetische Energie aus Photonen, welche sich wellenförmig in Lichtgeschwindigkeit bewegen. Eine Welle von Photonen wird über zwei Eigenschaften definiert: die Amplitude (Höhe der Welle) und die Wellenlänge (horizontale Distanz zwischen zwei korrespondierenden Punkten auf der Welle). Gewöhnliches Licht besteht aus verschiedenen Wellenlängen, ist unfokussiert und inkohärent. Im Gegensatz dazu besitzt ein durch Laser erzeugtes Licht eine einzige Wellenlänge, Synchronität und identische Amplituden. Es ist somit monochromatisch und kohärent. Diese Art von elektromagnetischer Energie kann man für verschiedene Bereiche nutzen. Erstmals kamen Laser in der Zahnmedizin 1989 zum Einsatz¹.

Trifft Laserenergie auf Gewebe finden prinzipiell vier Interaktionen statt:

- Reflektion = eine Ablenkung des Strahls ohne Einfluss auf das Zielgewebe.

- Transmission = die Durchdringung des Gewebes ohne Einfluss auf dieses zu nehmen.
- Streuung = im Sinne einer Abschwächung des Strahls mit einhergehender thermischer Energieabgabe an das umliegende Gewebe.
- Ablation = die thermische Erhitzung mit nachfolgender Verpuffung durch Energieabsorption von, im Gewebe vorkommenden, Chromophoren. Eine zu starke thermische Einwirkung kann zu einer Karbonisation (Verkohlung des Gewebes) führen.

Hauptsächliche Chromophoren im intraoralen Weichgewebe sind Melanin, Hämoglobin und Wasser. Im dentalen Hartgewebe absorbieren Wasser und Hydroxylapatit die meiste Laserenergie. Chromophoren besitzen einen unterschiedlichen Absorptionskoeffizienten, das heißt, sie absorbieren verschieden stark bei unterschiedlichen Wellenlängen. Daher ist je nach Eingriff der richtige Laser zu wählen. In der Zahnmedizin werden hauptsächlich CO₂-Laser, Neodymlaser, Erbiumlaser oder Diodenlaser einge-

Manuskript

Eingang: 26.01.2017
Annahme: 04.02.2017



setzt¹. Der Begriff Laser steht für „light amplification by stimulated emission of radiation“.

■ Laserarten

Einem Laser liegen drei Komponenten zugrunde: ein aktives Lasermedium, ein Energielieferant (z. B. Blitzlicht, Strom oder eine elektrische Spule) und ein optischer Resonator. Durch die, dem Lasermedium zugeführte, Energie kommt es zur Emission von Photonen. Amplifiziert wird diese stimulierte Emission im optischen Resonator. Über Spiegel werden die Photonen hin und her reflektiert und verlassen schließlich den, auf einer Seite teils durchlässigen, Resonator². Laser unterscheiden sich zumeist aufgrund ihres aktiven Lasermediums, aber auch in Baugröße, Gewicht und Preis.

■ CO₂-Laser

Die Wellenlänge liegt bei 10.600 nm und das aktive Lasermedium ist ein CO₂-Gemisch. Der CO₂-Laser ist der stärkste Gaslaser. Die größte Absorption findet durch Hydroxylapatit und Wasser statt. Somit eignet sich dieser Laser zur Bearbeitung von dentalem Hartgewebe und für die Weichgewebechirurgie².

Bei chirurgischen Maßnahmen im Weichgewebe sollte, aufgrund der Affinität zu Hydroxylapatit, in der Nähe von dentalem Hartgewebe vorsichtig agiert werden.

■ He-Ne-Laser

Der He-Ne-Laser war der erste Gaslaser. Seine Wellenlänge von 623,8 nm strahlt im, für den Menschen sichtbaren, Rotbereich. Bisher findet dieser Laser seine Anwendung eher im Bereich der Biologie, Medizin und Physik².

■ Argonlaser

Argonlaser arbeiten bei einer Wellenlänge von 488 und 514,5 nm. Diese Art von Lasern, die Edelgase

als aktives Lasermedium besitzen, finden ihre Anwendung im Bereich der Weichgewebechirurgie und der Lichtpolymerisation. Die angegebenen Wellenlängen werden besonders von Melanin und Hämoglobin absorbiert².

■ Erbiumlaser

Man unterscheidet zwei unterschiedliche erbiumdotierte Laser: Er:YAG und Er,Cr:YSGG. Sie produzieren eine Wellenlänge von 2.790 nm respektive 2.940 nm. Die meiste Energie wird von Wasser und Hydroxylapatit absorbiert. Erbiumlaser empfehlen sich sehr gut zur Bearbeitung von dentalem Hartgewebe. Bei chirurgischen Maßnahmen im Weichgewebe besitzen sie keine blutstillende Wirkung³. Bei der Weichgewebechirurgie ist in unmittelbarer Nähe zu den Zähnen behutsam vorzugehen.

■ Neodymlaser

Die Laserenergie von Neodymlasern (Nd:YAG) wird von pigmentierten Zellen absorbiert. Da die ausgesandte Wellenlänge von 1.064 nm kaum von Zellen des dentalen Hartgewebes absorbiert wird, eignen sich Neodymlaser sehr gut für die Weichgewebechirurgie¹.

■ Diodenlaser

Diodenlaser haben als aktives Element einen Halbleiter und produzieren meist Wellenlängen im Bereich von 810 bis 980 nm. Das Arbeitshandstück ist mit einer austauschbaren Glasfaser als Therapielichtleiter ausgestattet. Ihren Einsatzbereich finden diese Laser insbesondere in der Weichgewebechirurgie, da diese Wellenlängen von pigmentierten Zellen wie Melanin absorbiert werden, aber eher weniger vom Hydroxylapatit und Wasser im dentalen Hartgewebe¹.

Neuere Diodenlaser können auch Wellenlängen von 445 nm erzeugen (Abb. 1). Dies erweist sich als vorteilhaft, weil das Absorptionsmaximum von Hämoglobin bei unter 600 nm liegt⁴. Durch den hohen Energieeintrag in die Hämoglobinzellen kommt



es zu einer raschen Koagulation und Hämostase. Wasser hingegen absorbiert in diesem Bereich kaum. Hierdurch wird eine thermisch begrenzte Einwirkung auf das Gewebe erreicht⁵.

Aufgrund der Wellenlängen werden Diodenlaser auch zur Biostimulation eingesetzt.

Diodenlaser eignen sich im Vergleich zu anderen Lasern, aufgrund von Größe, Preis und Indikationsgebiet sehr gut für die kieferorthopädische Praxis.

■ Achtung

Bei der Anwendung von den meisten Lasern im zahnmedizinischen Bereich ist eine wellenlängenspezifische Schutzbrille zu tragen. Dies gilt gleichermaßen für den Behandler, die Assistenz, den Patienten, als auch für andere Personen, welche sich zum Zeitpunkt der Anwendung im Raum befinden. Der Raum, in dem Laseranwendungen durchgeführt werden, sollte vorschriftsmäßig von außen als Laserarbeitsplatz gekennzeichnet sein. Vor Inbetriebnahme des Lasers muss dieser der zuständigen Behörde angezeigt werden. Sofern keine eigene Sachkunde des Betreibers nachgewiesen werden kann, ist ein sachkundiger Laserschutzbeauftragter schriftlich zu bestellen.

■ Kieferorthopädische Indikationen

■ Schmelzkonditionierung

Der Einsatz von Erbiumlasern kann auf der Schmelzoberfläche Mikroirregularitäten und Veränderungen wie Einschmelzungen und Rekristallisierungen erzeugen^{6,7}. Diese Oberfläche entspricht einem Typ-III-Ätzmuster nach Silverstone^{7,8}. Basran et al. berichteten zudem davon, dass die erreichte Scherfestigkeit vergleichbar ist mit der, die durch konventionelles Ätzen erreicht wird⁷. Gegensätzlich wurde auch beschrieben, dass es sinnvoll wäre, mit Erbiumlaser konditionierten Schmelz, nachzuätzen um eine gewisse Scherhaftigkeit zu erreichen⁹.

Der vergleichsweise teure Einsatz von Erbiumlasern erübrigt derzeit die Anwendung in der klinischen Praxis.



Abb. 1 Diodenlaser mit drei Wellenlängen: 445 nm, 660 nm und 970 nm (Bildquelle: Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim).

■ Debonding

Seit den 1990er Jahren werden Laser experimentell eingesetzt, um Keramikbrackets zu entfernen². Mittels Neodymlasern wurde ein Debonding erzielt, bei dem durch die Kraft der Verpuffung Brackets absprenge werden können¹⁰.

Eine andere Methodik zeigt, durch den Einsatz von CO₂- und YAG-Lasern, dass das Adhäsiv zwischen Zahn und Bracket thermisch erweicht werden kann. Anschließend können die Brackets mit weniger Kraftaufwand entfernt werden¹¹.

In einer aktuellen Studie wurden Keramikbrackets vor dem Debonding mittels neuartiger 445 nm Diodenlaser bestrahlt, mit dem Ergebnis, dass beim Entfernen der Brackets weniger Restadhäsiv auf dem Zahn verblieb als in der Kontrollgruppe¹².

Anand et al. beschreiben, dass durch den Einsatz eines Diodenlasers, vor der Entfernung von Keramikbrackets, die Scherhaftigkeit um 33,3 % gesenkt werden kann und somit auch die Gefahr von Schmelzspürngen beim Debonding verringert wird¹³.

Die Studie von Yassai et al. gibt einen Hinweis auf die Überlegenheit der Nutzung des Diodenlasers (980 nm) bei Entfernung von Keramikbrackets gegenüber dem konventionellen Debonding. Dabei kam es zu einer geringen Pulpaerwärmung um 1,46°C, welche keinen Schaden an der Pulpa anrichtet¹⁴.



■ Lichtpolymerisation

Argonlaser mit einer Wellenlänge von 488 nm arbeiten im Bereich des Absorptionspeaks von Campferchinon, einem Startradikal in dentalen Adhäsiven. Es wurde viel über den Nutzen von Argonlasern bei der Lichtpolymerisation berichtet aber der Preis des Lasers macht den Einsatz in der klinischen Praxis derzeit unwirtschaftlich².

■ Weichgewebechirurgie

Der wesentliche Vorteil von laserassistierten chirurgischen Eingriffen, im Gegensatz zur Elektrochirurgie, ist das Ausbleiben problematischer elektromagnetischer Interaktionen¹⁵.

■ Ästhetische Gingivakorrekturen

In der Finishingphase von kieferorthopädischen Behandlungsfällen spielen wichtige Konzepte aus der kosmetischen Zahnmedizin eine Rolle. Besonderes Augenmerk gilt sowohl den Längen der Zahnkronen, der Zahnproportionalität, als auch der Form und Kontur der Gingiva³. Bei übermäßiger Gingivaexposition, ungleichen Konturen des Zahnfleischrands oder unproportionalen Zahngrößen kann das ästhetische Ergebnis negativ beeinflusst werden¹. Die Laserchirurgie kann hier eine Hilfestellung leisten, um die Form und Kontur der Gingiva zu verbessern, Kronenverlängerungen durchzuführen und die Zahnproportionalität wiederherzustellen³.

Im Idealfall sind unterhalb der oberen Lachlinie 2 mm Gingiva zu sehen¹. Wie viel Gingiva zu sehen sein soll kann jedoch auch individuell variieren¹⁶. Die Kurvatur des Gingivarands, der oberen mittleren Schneidezähne und der oberen Eckzähne, sollte auf gleicher Höhe liegen. Die, der seitlichen oberen Schneidezähne, sollte leicht darunter liegen¹. Idealerweise liegt der apikale Punkt der Gingivakurvatur (der Zenit) bei den mittleren oberen Inzisiven und oberen Canini distal der Längsachse des Zahns. Bei den seitlichen oberen Schneidezähnen und den unteren Inzisiven sollte der Zenit mit der Längsachse übereinstimmen¹⁶.

Die Zahnlänge eines oberen mittleren Schneidezahns beträgt im Durchschnitt 10,6 mm bei Män-

nern und 9,6 mm bei Frauen. Eine Variation dieser Werte im Bereich von 9 bis 12 mm kommt vor¹⁶. Um die Zahnproportionen korrekt zu beurteilen muss man die Zahnbreite in Korrelation mit der Zahnlänge setzen. Dabei sollte sich ein Wert von 80 % für den oberen mittleren Schneidezahn ergeben¹⁷.

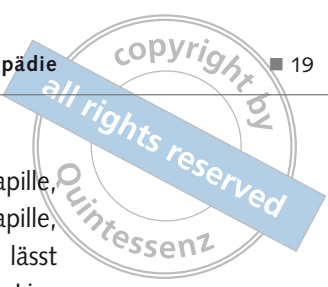
Entsprechend dieser Richtwerte kann der Kieferorthopäde klinisch entscheiden, inwiefern die Exposition der Frontzähne und auch der Gingiva des Patienten das ästhetische Ergebnis beeinflusst. Sollte die Exposition der Frontzähne zu gering sein, gilt es zu bewerten, ob eine vertikale maxilläre Unterentwicklung vorliegt, die Lippenbewegung eingeschränkt ist oder ob die klinische Krone verkürzt ist. Ist die klinische Krone verkürzt stellt sich die Frage, ob der Zahn komplett durchgebrochen ist, ein Vordringen der Gingiva im Sinne einer „passive altered eruption“¹⁸ vorliegt oder es zum Verlust von Zahnhartsubstanz durch Attrition oder Abrasion gekommen ist¹⁶. Die „passive altered eruption“ oder Pseudoeruption ist mittels laserchirurgischer Kronenverlängerung behandelbar.

In einigen Fällen ist es ebenso hilfreich vor der Bracketplatzierung eine chirurgische Kronenverlängerung durchzuführen, um keine unerwünschten Nebenwirkungen durch falsche Bracketplatzierungen zu bekommen.

Vor der Ausformung der Gingiva sollte der Behandler die Höhen der Gingivakurvaturen in beiden Quadranten eines Kiefers auf Symmetrie überprüfen und die beschriebenen Relationen der Gingivakurvaturen, der einzelnen Zähne zueinander, ermitteln. Liegt eine Asymmetrie vor oder besteht ein falsches Verhältnis der Kurvaturen zueinander, muss im Sinne eines ästhetischen Ergebnisses nachkorrigiert werden.

Der Abtrag von Gewebe sollte in einer streichenden Bewegung der Glasfaser Spitze erfolgen. Um die Gingivakurvatur auszurunden und keine scharfen Kanten zu hinterlassen, ist der Einfallswinkel der Instrumentenspitze zu variieren. Es gilt grundlegende parodontale Prinzipien zu beachten und die biologische Breite von 3 mm nicht zu verletzen. Diese besteht aus Sulkus, epithelalem und bindegewebigem Attachment. Ein Verlust der biologischen Breite könnte zu einem nicht vorhersagbaren Knochenverlust führen¹.

Auch die Kontur, die dreidimensionale Ausdehnung der Papillen lässt sich mittels Laserchirurgie



ausdünnen, falls die Papillen hyperplastisch wirken. Um solch eine Gingivakonturierung durchzuführen, wird das Instrument ebenfalls in einer rollend, streichenden Bewegung über die Papillen geführt³.

Mittels Diodenlaser kommt es durch die koagulierende Wirkung zu keiner Blutung und es ist eine exakte Konturierung der Papillen und Ausformung der Gingivakurvaturen gewährleistet. In der Regel ist keine besondere Nachsorge erforderlich.

■ Freilegung von retinierten und teilretinierten Zähnen

Weichgewebelaser eignen sich ebenfalls zur einfachen Freilegung von retinierten oder teilretinierten Eckzähnen, sofern die Krone nicht von Knochen bedeckt ist¹. Das kieferorthopädische Attachment lässt sich direkt im Anschluss adhäsiv befestigen¹⁹.

■ Entfernung hypertrophen Gewebes

Der Einsatz von Weichgewebelasern ist hilfreich, um hypertrophe Gingiva auszudünnen, zum Beispiel nach Lückenschluss¹⁹ und auch Wucherungen der Gingiva über kieferorthopädische Apparaturen (z. B. Federn, Minipins) zu entfernen¹.

Beim Setzen von kieferorthopädischen Bändern auf den zweiten Molaren des Unterkiefers kann manchmal eine Schleimhautkapuze störend wirken. Eine Operkulotomie lässt sich einfach mittels Weichgewebelaser in derselben Sitzung durchführen.

■ Frenektomie

Einen großen Vorteil bieten Weichgewebelaser im Bereich der Frenektomie zur Kürzung des Lippenbändchens oder bei vorherrschender Ankyloglossie zur Durchtrennung des Zungenbändchens. In beiden Fällen lässt sich eine einfache, nahtlose, nahezu schmerzfreie und hämostatische Frenektomie durchführen. Zur Durchtrennung streckt man nach vorangegangener Anästhesie die Lippe bzw. die Zunge um das jeweilige Bändchen zu dehnen. In diesem Zustand wird mit der Glasfaser, wie mit einem Pinsel, über das zu resezierende Gewebe hin und her gestrichen.

Reicht das Lippenbändchen bis zur Papille, durchtrennt man zudem, mittig entlang der Papille, auch die Muskulatur bis aufs Periosteum und lässt die Papillenspitze intakt¹. Die Entfernung des Lippenbändchens sollte erst nach weitestgehendem Diastemaschluss erfolgen²⁰.

Bei Frenektomien ist in der Regel keine besondere postoperative Nachsorge notwendig.

Durch chirurgisches Arbeiten kann an der Faserspitze koagulierte Gewebe verbleiben. Es ist hilfreich, wenn die Assistenz dieses Gewebe zwischen durch mit einem feuchten Gazetuch entfernt. Es ist angeraten mit Absaugung zu arbeiten, da sich das chirurgische Prozedere mittels Laser als unangenehm auf die olfaktorische Wahrnehmung auswirken kann.

Verbliebenes koagulierte Gewebe am Zahnfleisch kann man mit einer Mikrobürste und 3 % Wasserstoffperoxidlösung sanft abtupfen¹. Es ist auch möglich mit physiologischer Kochsalzlösung zu spülen.

■ Biostimulation

Der biostimulierende Effekt von Low-Level-Laser Therapie (LLLT), auch Softlasertherapie genannt, ist Bestandteil aktueller Forschung. Aufgrund der Nutzung unterschiedlicher Wellenlängen und Methoden gibt es keine Standards². Gesichert ist, dass eine Anregung der ATP-Synthese stattfindet und die Synthese von DNA und RNA in den Mitochondrien stimuliert wird²¹. Zudem konnte durch die Bestrahlung von Fibroblasten die Kollagensynthese stimuliert werden²². Weitere primäre und sekundäre Effekte durch LLLT wurden in der Literatur beschrieben^{2,23}.

In der Kieferorthopädie kann LLLT zur akzelerierten Zahnbewegung eingesetzt werden. Cruz et al. und Genc et al. bestrahlten in beidseitigen Extraktionsfällen jeweils nur einen Quadranten und nutzten den anderen Quadranten als Kontrollgruppe. Beide Forschungsgruppen konnten eine akzelerierte Zahnbewegung auf der bestrahlten Seite nachweisen^{24,25}.

LLLT kann auch zur Schmelzreduktion², Behandlung von Apften¹⁷ und zur besseren Wundheilung eingesetzt werden²⁶.

Zur Biostimulation durch LLLT eignen sich He-Ne-Laser oder ein Diodenlaser, welcher unterschiedliche



Wellenlängen erzeugen kann. Hierzu werden Wellenlängen im sichtbaren Rotbereich (625–780 nm) und Infrarotbereich (780–1400 nm) benutzt.

Modus betrieben: Wellenlänge 970 nm, Leistung 2,0 W, Zeit 0 s, Tastverhältnis 50 %, Frequenz 1 GHz, Durchschnittsleistung 1,0 W.

■ Fallbeispiele zur praktischen Anwendung eines Diodenlasers

In allen hier aufgeführten Fallbeispielen wurden das Anästhetikum Ultracain D-S forte (Sanofi-Aventis, Frankfurt a.M.) und der SiroLaser Blue (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim) eingesetzt.

Für die Fallbeispiele 1 bis 3 sowie die Freilegung in Fallbeispiel 4 wurde der Laser mit den folgenden Einstellungen angewandt: Wellenlänge 445 nm, Leistung 2,0 W, Zeit 0 s, Tastverhältnis cw, Frequenz cw, Durchschnittsleistung 2,0 W. Für die Biostimulation in Fallbeispiel 4 wurde der Laser in folgendem

■ Fallbeispiel 1

- Problem: Rezession an Zahn 31 aufgrund von Labialkipfung und hoch inserierendem Lippenbändchen, Gingivahyperplasie an 32 und 42 (Abb. 2)
- Orthodontische Therapie: Einordnung des Zahns 31.
- Lasertherapie: Frenektomie zur Entfernung des Lippenbändchens UK, Gingivektomie an 32 und 42 (Abb. 3 bis 5).
- Anästhesie: punktuelle Injektionen jeweils 0,2 ml.
- Nachsorge: keine besondere Nachsorge erforderlich.



Abb. 2 Rezession 31, Gingivahyperplasie 32, 42 und hoch inserierendes Lippenband.



Abb. 3 Zustand nach Frenektomie UK-Lippenband.



Abb. 4 Die Hyperplasie der Gingiva ist deutlich zu erkennen an 32 und 42.



Abb. 5 Die Gingivektomie an 32, 42 erfolgte in der gleichen Sitzung.



Abb. 6 Persistenz 52, Retention 13, Nichtanlagen 12 und 22.

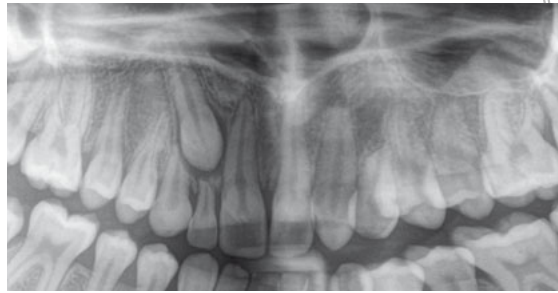


Abb. 7 Im OPG ist die Retention des Zahns 13 sicher zu diagnostizieren.

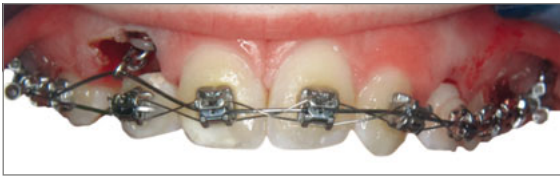


Abb. 8 Zustand nach Freilegung 13, die Brackets konnten direkt geklebt werden.



Abb. 9 Durch digitale Visualisierung lässt sich das ästhetische Ergebnis der Gingivaausformung simulieren. Kompositveneers auf 14, 13, 23, 24.



Abb. 10 Ergebnis nach unmittelbarer Gingivaausformung.



Abb. 11 Das finale Resultat der Gingivaausformung entspricht der digitalen Simulation.



Abb. 12 Persistenz 52 mit Retention 13.

Abb. 13 Einordnung des Zahns 13 an Stelle von 12.

Abb. 14 Zustand nach aktiver kieferorthopädischer Therapie, Schmelzrekonturierung 13, Missverhältnis der Höhen der Gingivakurvaturen und dadurch einhergehende ästhetische Kompromittierung.



Abb. 15 Kompositveneers 14, 13, 23, 24 und ästhetische Gingivaausformung zum Idealisieren des Gingivaverlaufs.

■ Fallbeispiel 2

- Problem: Persistenz 52, Retention 13, Nichtanlage 12 und 22 (Abb. 6 und 7).
- Orthodontische Therapie: Extraktion 52, Einordnen von 13, Lückenschluss Regio 12.

- Lasertherapie: Freilegung 13 und Gingivaausformung der OK-Front (Abb. 8 bis 15).
- Anästhesie: punktuelle Injektionen jeweils 0,2 ml.
- Nachsorge: keine besondere Nachsorge erforderlich.



Abb. 16 Diastema mediale, tief inserierendes Lippenbändchen mit muskulärer Beteiligung.

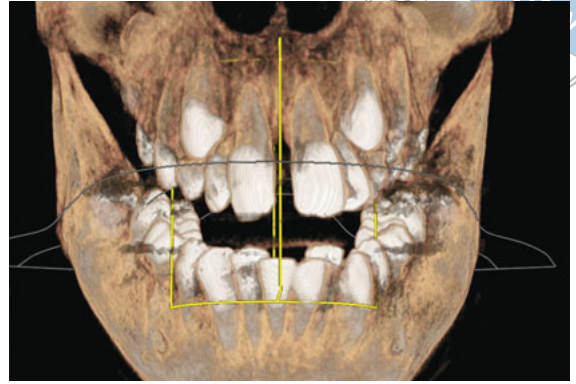


Abb. 17 Im DVT imponiert ein Knochendefekt Regio 11/21.



Abb. 18 Das Diastema wurde verschlossen.



Abb. 19 Zustand nach unmittelbarer Frenektomie.



Abb. 20 Wundausheilung ohne besondere Nachsorge nach Laserchirurgie.

■ Fallbeispiel 3

- Problem: tiefe muskuläre Insertion des OK-Lippenbands in einen Knochendefekt, Diastema mediale, sekundäre Engstände im Oberkiefer, primäre und sekundäre Engstände im Unterkiefer (Abb. 16 und 17).
- Orthodontische Therapie: Schließen des Diastemas, Beseitigen der Engstände (Abb. 18).
- Lasertherapie: Frenektomie (Abb. 19).
- Anästhesie: punktuell jeweils 0,2 ml im Bereich der Frenektomie.
- Nachsorge: keine besondere Nachsorge erforderlich (Abb. 20).



Abb. 21 Röntgenologisch lässt sich eine Persistenz 75, 85 mit einhergehenden Nichtanlagen 35 und 45 nachweisen.

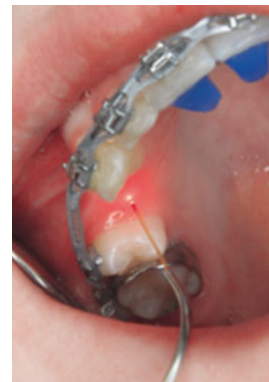


Abb. 22 Zustand nach Exzision 75 und 85.

Abb. 23 und 24 Biostimulation, der Exzisionslücken im Gegenkiefer zur beschleunigten Zahnbewegung, bei 970 nm für 60 Sekunden alle 14 Tage von vestibulär und oral bestrahlt.



Abb. 25 Freilegung des Zahns 37 mit einer Wellenlänge von 445 nm.

Abb. 26 Zustand nach Freilegung 37 mit anschließender adhäsiver Befestigung eines Tubes. Die Lücken sind nach neun Monaten nahezu geschlossen.

■ Fallbeispiel 4

- Problem: Persistenz 75, 85 mit Nichtanlagen 35 und 45, Retention 37 (Abb. 21).
- Orthodontische Therapie: Exzision 75, 85, 14, 24 mit nachfolgendem Lückenschluss (Abb. 22).

- Lasertherapie: Biostimulation zur schnelleren Zahnbewegung im Bereich der Lücken (Abb. 23 und 24) und Freilegung 37 (Abb. 25 und 26).
- Anästhesie: punktuell 0,2 ml im Bereich der Freilegung.
- Nachsorge: keine besondere Nachsorge erforderlich.

■ Fazit

Diodenlaser können für fast alle kieferorthopädischen Indikationsbereiche von Lasern in der klinischen Praxis eingesetzt werden. Aufgrund ihrer hä-

mostatischen Wirkung in der Weichgewebechirurgie sollte es dem Kieferorthopäden möglich sein kleinere chirurgische Maßnahmen selbst durchzuführen. Biostimulierende Laseranwendungen könnten zudem die Behandlungsdauer verkürzen.

■ Literatur

- Tracey S et al. Lasers in Orthodontics In: Graber L (Hrsg). Current Principles and Techniques. Amsterdam: Elsevier, 2012:1051–1073.
- Fekrazad R et al. Laser in Orthodontics In: Naretto S (Hrsg). Principles in Contemporary Orthodontics. Rijeka, Kroatien: InTech, 2011:129–180.
- Sarver DM et al. Principles of cosmetic dentistry in orthodontics: part 2. Soft tissue laser technology and cosmetic gingival contouring. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127:85–90.
- Beard P. Biomedical photoacoustic imaging. Interface Focus 2011;1:602–631.
- Braun A et al. Die 445-nm-Halbleiterlaser in der Zahnmedizin – Einführung einer neuen Wellenlänge. Quintessenz 2015;66:205–2011.
- Hossain M et al. Effects of Er,Cr:YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: ablation and morphological studies. J Clin Laser Med Surg 1999;17:155–159.
- Basaran G et al. Etching enamel for orthodontics with an erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser system. Angle Orthod 2007;77:117–123.
- Silverstone LM et al. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. Caries Res 1975;9:373–387.
- Jaberi Ansari Z et al. The effect of an Er,Cr:YSGG laser on the micro-shear bond strength of composite to the enamel and dentin of human permanent teeth. Lasers Med Sci 2012;27:761–765.
- Tocchio RM et al. Laser debonding of ceramic orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1993;103:155–162.
- Strobl K et al. Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:152–158.
- Stein S et al. 445-nm diode laser-assisted debonding of self-ligating ceramic brackets. Biomed Tech (Berl.) 2017 [Epub ahead of print].
- Anand P et al. Immediate and Delayed Effects of Diode Laser on Debonding of Ceramic Brackets: An in vitro Study. J Contemp Dent Pract 2016;17:275–281.
- Yassaei S et al. Effects of removing adhesive from tooth surfaces by Er:YAG laser and a composite bur on enamel surface roughness and pulp chamber temperature. Dent Res J (Isfahan) 2015;12:254–259.
- Skora P et al. Chirurgische Kronenverlängerung mit Unterstützung eines Blaulichtlasers (445nm) – Ein Fallbericht In: Oemus TR, (Hrsg). Jahrbuch Laserzahnmedizin. Leipzig: Oemus Media AG, 2016:59–60.
- Sarver DM et al. Special Considerations in Diagnosis and Treatment Planning In: LW Gs, ed. Proceedings of the Orthodontics Current Principles and Techniques. Amsterdam: Elsevier, 2012:59–98.
- Sarver DM. Principles of cosmetic dentistry in orthodontics: Part 1. Shape and proportionality of anterior teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126:749–753.
- Dolt AH. Altered passive eruption: an etiology of short clinical crowns. Quintessence Int 1997;28:363–372.
- Sarver DM. Principles of cosmetic dentistry in orthodontics: Part 3. Laser treatments for tooth eruption and soft tissue problems. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127:262–264.
- Olivi G et al. Evidence-based dentistry on laser paediatric dentistry: review and outlook. Eur J Paediatr Dent 2009;10:29–40.
- Karu TI. Effects of visible radiation on cultured cells. Photochem Photobiol 1990;52:1089–1098.
- Abergel RP et al. Control of connective tissue metabolism by lasers: recent developments and future prospects. J Am Acad Dermatol 1984;11:1142–1150.
- Karu T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. J Photochem Photobiol B 1999;49:1–17.
- Cruz DR et al. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. Lasers Surg Med 2004;35:117–120.
- Genc G et al. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. Lasers Med Sci 2013;28:41–47.
- Hopkins JT et al. Low-Level Laser Therapy Facilitates Superficial Wound Healing in Humans: A Triple-Blind, Sham-Controlled Study. J Athl Train 2004;39:223–229.

Clinical indications and applications of lasers in orthodontics: Use of a diode laser in clinical practice

KEYWORDS Laser, gingivectomy, esthetics, frenectomy, orthodontics

For nearly 30 years, various types of lasers have been used in dentistry. However, the use of lasers in orthodontics is not widespread. Different reactions that may be beneficial in dentistry occur when a laser beam strikes a biologic surface. Indications for the use of lasers in orthodontics include enamel conditioning, debonding, light polymerisation, soft tissue surgery, and biostimulation. In the field of soft tissue surgery, lasers are especially suited for esthetic gingival corrections in the finishing phase of treatment, surgical exposure of teeth, frenectomies, and the excision of hypertrophic gingival tissue. This article provides the orthodontic clinician with the fundamentals of lasers and illustrates the use of diode lasers in orthodontics through practical case studies.