

Der Laser – ein rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung

Die Frage nach der Funktionsweise eines Lasers lässt sich kurz und bündig beantworten: Ein Laser ist ein rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung. Der in diesem Satz zusammengefasste Sachverhalt wird im Weiteren in elementarer und stark verkürzter Weise erläutert.

PROF. DR. AXEL DONGES/ISNY IM ALLGÄU

Optischer Verstärker

Wir betrachten zunächst einen isolierten optischen Verstärker. Ein optischer Verstärker bewirkt folgendes: Fällt eine Lichtwelle mit der Amplitude E_0 auf den Eingang eines optischen Verstärkers, so tritt am Ausgang eine Lichtwelle mit der größeren Amplitude $v_0 E_0$ aus (Abb. 1). v_0 heißt Einwegverstärkung des optischen Verstärkers. Eine mögliche Phasenverschiebung der Lichtwelle beim Verstärkungsprozess bleibt im Weiteren zur Vereinfachung unberücksichtigt. Zur physikalischen Realisierung des Verstärkungsprozesses wird die so genannte induzierte Emission ausgenutzt. Diese setzt ein quantenmechanisches System (Atom, Molekül oder Festkörper) voraus, das sich im angeregten Zustand E_2 befindet (Abb. 2). Trifft nun Licht mit einer Frequenz von $f = \Delta E/h$ ($\Delta E = E_2 - E_1$; energetischer Abstand der beiden atomaren Niveaus, $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Js: Plancksche Konstante) auf das System, so geht es in den Zustand mit der niedrigeren Energie E_1 über. Dabei strahlt das System Licht ab (induzierte Emission). Das emittierte Licht besitzt die gleichen Eigenschaften (bezüglich Frequenz, Ausbreitungs- und Polarisationsrichtung) wie das eingestrahlte Licht. Im Teilchenbild des Licht formuliert man diesen Sachverhalt wie folgt: Ein eingestrahktes Photon trifft auf das angeregte

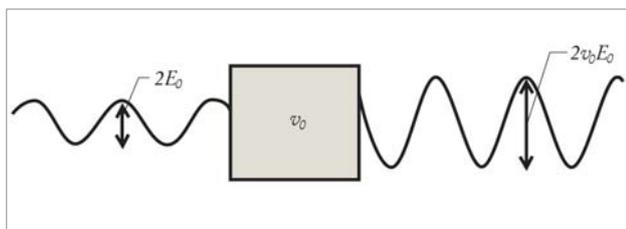


Abb. 1: Darstellung eines optischen Verstärkers als Black Box.

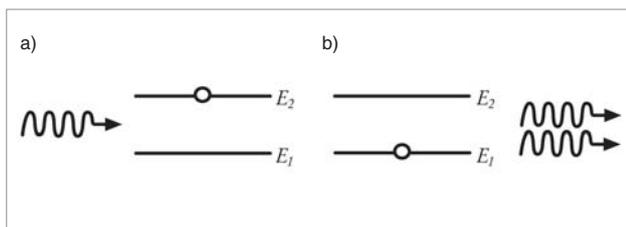


Abb. 2: Schematische Darstellung der induzierten Emission. a) Das System befindet sich vor der induzierten Emission im energetischen Zustand E_2 . b) Das System befindet sich nach der induzierten Emission im energetischen Zustand E_1 .

System (Energiezustand E_2), wodurch ein weiteres, identisches Photon erzeugt wird. Aus Gründen der Energieerhaltung geht das System dabei in einen niedrigeren Energiezustand E_1 über. Ein optischer Verstärker besteht letztendlich aus einer Vielzahl von angeregten Atomen bzw. Molekülen, die in einer linearen Struktur (z. B. dünnes Rohr) angeordnet sind. Sind diese Atome bzw. Moleküle invertiert, d. h. sind mehr Atome oder Moleküle im Zustand E_2 als im Zustand E_1 , so findet Lichtverstärkung statt, sofern das Licht die Resonanzfrequenz $f = \Delta E/h$ besitzt. Der Verstärkungsfaktor wird am größten, wenn das Licht parallel zur Richtung der größten Ausdehnung des optischen Verstärkers läuft (Abb. 3). Neben der induzierten Emission gibt es auch die spontane Emission. Dabei geht ein Atom oder Molekül ohne Einfluss von außen in einen niedrigeren Energiezustand über und emittiert dabei ein Photon. Diese Art von Lichterzeugung dominiert bei gewöhnlichen Lichtquellen. Sie spielt beim Laser nur eine untergeordnete Rolle.

Rückgekoppelter optischer Verstärker

Ein Verstärker wird zu einem rückgekoppelten Verstärker, wenn ein Teil des Ausgangssignals wieder an den Eingang des Verstärkers zurückgeführt wird. Im Fall eines optischen Verstärkers wird die Rückkopplung mithilfe von Spiegeln (dem so genannten Resonator) realisiert (Abb. 4). Auf diese Weise wird erreicht, dass zumindest ein Teil des Lichts mehrmals den optischen Verstärker durchläuft. Für die weitere Diskussion wird angenommen, dass das rückgekoppelte Licht, das erneut den optischen Verstärker durchläuft, in Phase mit dem gerade einfallenden Licht ist. Dies ist genau dann der Fall, wenn der Abstand L der beiden Spiegel und Wellenlänge λ des Lichts die Resonanzbedingung $2L = n\lambda$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) (2) erfüllen. Alle durch den optischen Verstärker laufenden Wellen sind dann in Phase und interferieren konstruktiv, d. h. das Ausgangssignal wird maximal.

Rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung

Jeder rückgekoppelte Verstärker kann instabil werden. In diesem Fall liefert der rückgekoppelte Verstärker auch

dann ein Ausgangssignal, wenn gar kein Eingangssignal angelegt wird. Man spricht, da kein äußeres erregendes Eingangssignal benutzt wird, auch von Selbsterregung. Der rückgekoppelte Verstärker arbeitet dann als Oszillator. Dieser Fall soll im Weiteren zunächst an einem Beispiel aus der Akustik erläutert werden. Jedem Leser dürfte das folgende Beispiel bekannt sein: Eine Lautsprecheranlage, wie sie beispielsweise bei Rockkonzerten verwendet wird, kann auch ohne Eingangssignal einen sehr unangenehmen, lauten Pfeifton emittieren. Ein Teil der vom Lautsprecher (Ausgang) abgestrahlten Schallwelle gelangt über Reflexionen (Rückkopplung) wieder an das Mikrofon (Eingang) und wird erneut verstärkt (Abb. 5). Auf diese Weise, genügend Rückkopplung und Verstärkung vorausgesetzt, kann ein Pfeifton, auch ohne Eingangssignal, erzeugt werden. Die Analogie drängt sich förmlich auf: Ein Laser ist nicht anderes als ein rückgekoppelter optischer Verstärker, der wie eine Lautsprecheranlage, ohne Eingangssignal ein Ausgangssignal liefert. Der Pfeifton beim rückgekoppelten akustischen Verstärker entspricht der emittierten Lichtwelle des Lasers.

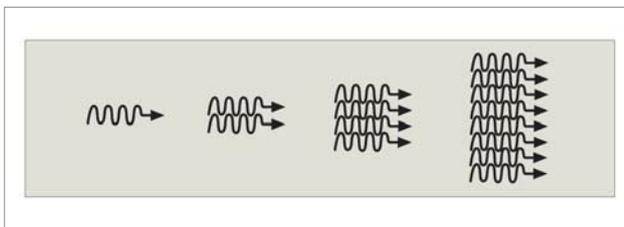


Abb. 3: Schematische Darstellung eines optischen Verstärkers. Die Anzahl der Photonen wächst lawinenartig an. Die größte Verstärkung wird in der Richtung erzielt, in der der Weg der Photonen maximal wird. Außerdem muss die Frequenz des Lichtes $f = \Delta E/h$ betragen.

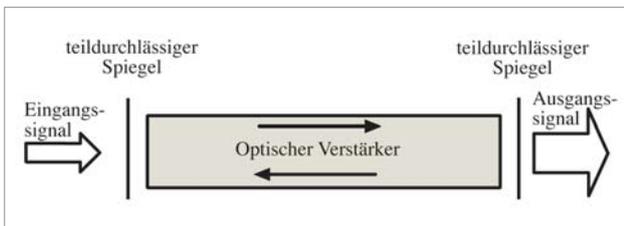


Abb. 4: Schematische Darstellung eines optischen Verstärkers mit Rückkopplung. Die Ausgangswelle wird besonders intensiv, wenn die Resonanzbedingung $2L = n\lambda$ erfüllt ist (Resonanz).

Damit der rückgekoppelte optische Verstärker instabil – also zu einem Oszillator – wird, muss lediglich für eine ausreichende Verstärkung und Rückkopplung gesorgt werden. Damit der emittierte Laserstrahl nur in eine Richtung läuft, wird im Gegensatz zu Abbildung 4, nur einer der beiden Spiegel teiltransparent gewählt. Die Frequenz des Laserstrahls wird im Wesentlichen durch die Energieniveaus der Atome bzw. Moleküle des optischen Verstärkers definiert (siehe Gl. [1]). Im Wort LASER spiegelt sich der Entstehungsprozess des Laserlichts, die induzierte Emission (engl.: stimulated emission), wider. LASER ist ein Akronym, das aus der Abkürzung „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“ gebildet wurde.

Einschwingverhalten

Durch den teildurchlässigen Auskoppelspiegel verlassen ständig Photonen den Laser. Die ausgekoppelten Photonen werden im stationären Laserbetrieb ständig durch induzierte Emission neu erzeugte Photonen kompensiert, sodass sich ein Laserstrahl mit konstanter Leistung ergibt. Unmittelbar nach dem Einschalten des Lasers ist die Situation natürlich anders: Die Zahl der Photonen ist noch gering und der optische Verstärker noch „unverbraucht“. Deshalb werden zunächst einige spontan emittierte Photonen sich durch induzierte Emission stark vermehren. Mit zunehmender Photonenzahl wird der optische Verstärker gesättigt, da die vielen induzierten Emissionen zu einer Abnahme der Inversion führen. Irgendwann ist die Verstärkung so weit abgesunken, dass die Rate der erzeugten Photonen die Rate der ausgekoppel-

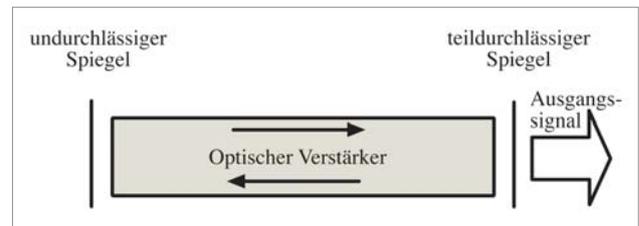


Abb. 6: Ein rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung emittiert eine Lichtwelle (Laserstrahl), ohne dass ein Eingangssignal vorliegt.

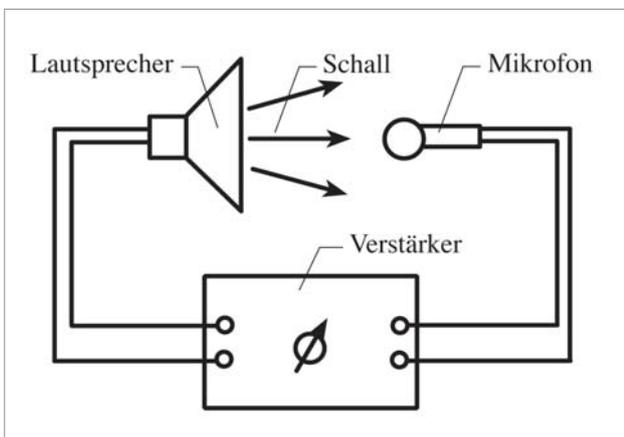


Abb. 5: Schematischer Aufbau einer Lautsprecheranlage.

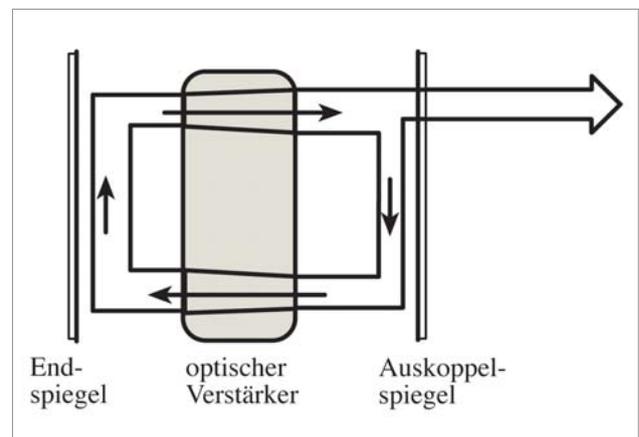


Abb. 7: Schematische Darstellung des „Lichtkreislaufs“ in einem Laser.

ten Photonen gerade kompensiert: Der Laser emittiert dann einen Laserstrahl mit konstanter Leistung.

Zusammenfassung

Ein Laser ist ein rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung. Der Lichtverstärkungsprozess basiert auf der induzierten Emission. Damit Selbsterregung eintreten kann, muss die Verstärkung so groß sein, dass die Auskoppelverluste überkompensiert werden. Spontan emittierte Photonen mit der Frequenz $f = \Delta E/h$ werden sich im Laser dann durch induzierte Emission vermehren, sofern zusätzlich die Resonanzbedingung $2L = n\lambda$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) erfüllt ist. Durch die ständig anwachsende Photonenzahl wird der Verstärker gesättigt, d. h. sein Verstärkungsfaktor sinkt asymptotisch. Schließlich wird ein stationärer Zustand erreicht, bei dem genau so viele

Photonen pro Zeiteinheit erzeugt wie ausgekoppelt werden. Der nicht mehr endende Kreislauf des Lichts im Resonator, die partielle Auskopplung des Lichts aus dem Resonator und die zur Kompensation der Auskoppelverluste notwendige optische Verstärkung sind in Abbildung 7 symbolhaft dargestellt.

Literatur

- A. Donges: Physikalische Grundlagen der Lasertechnik. Heidelberg: Hüthig-Verlag (2000).
 A. Donges: Laser – eine ganz besondere Lichtquelle. In: RAAbits Physik (Gesamtausgabe), Stuttgart: Raabe-Verlag (2005), II/D S. 1–20.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Axel Donges
 Fachhochschule und Berufskollegs NTA
 Seidenstr. 12–35, 88316 Isny im Allgäu

Verfahrensanleitung für Laser im Rahmen eines QM-Systems

Zur Integration des Lasers in die Praxisabläufe unserer Praxis und in unser Qualitätsmanagementsystem wurden folgende Verfahrensabläufe beschrieben: Laser, Umgang und Pflege – Allgemeine Beschreibung der Laseranwendung. Personalunterweisung Laserstrahlungsvorlage für die jährliche Unterweisung. Softlaser, klinisches Vorgehen – Eine Anleitung für die eingewiesene ZFA und Laserbleaching, klinisches Vorgehen – Eine Anleitung sowie LASER Patienteninformation.

DR. MARTIN NÄGELE/TENINGEN

Laser, Umgang und Pflege

Sachgemäßer Umgang mit dem Lasergerät dient dazu, es für den Einsatz in einem einwandfreien Zustand zu halten, eine möglichst lange Lebensdauer zu garantieren und Unfälle zu verhindern.

Übersicht

Zu den Lasergeräten, die in der zahnärztlichen Praxis Anwendung finden, zählen:

Softlaser (Energiewerte im Milliwatt-Bereich)

Hardlaser (Energiewerte im Watt-Bereich)

Gesetzliche Vorschriften (gelten nur für den Hardlaser)

- Einweisung des Betreibers in die sichere Handhabung
- Bestellung eines Laserschutzbeauftragten gemäß § 6 der BGV B2 „Laserstrahlung“, Nachweis der Fachkunde als Laserschutzbeauftragter und Meldung bei der Berufsgenossenschaft
- Meldung des Betriebs des Lasers beim Gewerbeaufsichtsamt

- Klassifizierung der Lasereinrichtung gem. Gefährdungspotenzial
- Einweisung des Personals über die Arbeitsmethoden anhand der Gebrauchsanweisung und sicherheitstechnischen Informationen (Nachweis im Medizinproduktebuch) und Personalunterweisung 1x jährlich
- Geräte müssen 1x jährlich durch den Hersteller oder eine vom Hersteller autorisierte Stelle sicherheitstechnisch überprüft werden.
- es ist ein Medizinproduktebuch zu führen und Geräte müssen im Gerätebestandsverzeichnis eingetragen sein.

Anwendung

Um den sicheren und effektiven Einsatz eines Lasers zu gewährleisten, werden im Folgenden die notwendigen Arbeitsschritte bei der Inbetriebnahme beschrieben (s. Tabelle).

Vorgabedokumente

Personalunterweisung Laserstrahlung.

Bereitstellen des Gerätes	<ol style="list-style-type: none"> Arbeitsplatzvorbereitung: Laser-Gerät Laser-Schutzbrillen, mind. 3 Stück (für Patient, Behandler und Assistenz), ggf. 4. Brille für Begleitperson Laser-Handstück und Faser-Set Schalter für Warnblinklicht Aufsetzen von Faser und Handstück je nach Anwendung
Betrieb	<ol style="list-style-type: none"> Aufsetzen der Laserschutzbrillen (alle im Raum Anwesenden) Anschalten der Laserwarnlampe Einschalten des Gerätes und des Displays Programmauswahl Mit Absaugung arbeiten (Geruchsentwicklung) Anwendung des Lasers
Ende des Betriebes	<ol style="list-style-type: none"> Ausschalten des Gerätes und der Laserwarnlampe Reinigung und Desinfektion des Gerätes Abnehmen des Faserkopfes bzw. des Handstücks Reinigung und Sichtprüfung der Faser, ggf. Anschleifen oder Austauschen, anschließend Sterilisation im Autoklaven

Nachweisdokumente

Prüfungsprotokoll (jährlich) der sicherheitstechnischen Kontrolle durch den Hersteller im Medizinproduktebuch.

Nachweis der Personalunterweisung Laserstrahlung (jährlich)

Mitgeltende Dokumente

Bedienungsanleitung
Laserschutzverordnung

Personalunterweisung: Laserstrahlung nach BVG B2 elexxion claros Sicherheitsbestimmungen

Schutz- und Sicherheitsbestimmungen für Laser-Klasse 4
Während des Betriebs müssen alle Personen im Raum geeignete Schutzbrillen tragen. Der Raum muss durch entsprechende Warnschilder und eine Signalleuchte gekennzeichnet sein. Es dürfen keine spiegelnden Instrumente zusammen mit dem Laser verwendet werden. Es dürfen keine brennbaren Flüssigkeiten mit der Laserstrahlung in Kontakt kommen. Hilfsmaterialien und Abdeckungen müssen schwer entflammbar sein. Es müssen Vorkehrungen gegen Brand und Explosion getroffen werden.

Gesetzliche Bestimmungen

- Das Lasersystem muss 1x jährlich einer sicherheitstechnischen Kontrolle unterzogen werden (ellexion meldet sich in der Praxis an).
- Benennung des Laserschutzbeauftragten
- Bekanntgabe des Auslegeorts der Gebrauchsanweisung

Einweisung anhand der Gebrauchsanweisung

Einweisung über mögliche Gefahren

- Gefährdungen betreffen in erster Linie die Augen und die Haut
- Bei unsachgemäßer Anwendung können Brand- und Explosionsgefahr sowie toxische Abgase entstehen.

Softlaser-Therapieanwendung

Behandlung zur Schmerzreduktion und Biostimulation durch die ZFA

- ATP-Produktion in den Zellen wird um das ca. vierfache beschleunigt
- Endorphine werden ins bestrahlte Gebiet transportiert
- sofortige Linderung von Schmerz
- Beschleunigung der Wundheilung
- Beschleunigung der Resorption
- Vermeidung von Ödemen

Indikationen und Vorgehensweisen

Aphthen, wenn möglich direkt bestreichen, Aphte schmilzt ein, zwei bis drei Behandlungen.

Dekubitus: direkt auf die Druckstelle, lindert sofort den Schmerz.

Dolor post: sofort nach Extraktion ins Wundgebiet, schnellere Wundheilung.

Granulome: möglichst nah bestrahlen, schnelle Abheilung, ein bis zwei Behandlungen.

Hämatome: möglichst nah bestrahlen, beschleunigte Resorption, ein bis zwei Behandlungen.

Herpes labialis: möglichst nah bestrahlen, Bläschen trocknen, Spannung lässt nach, zwei bis drei Behandlungen.

Ödeme: Spannung lässt sofort nach, schnelle Resorption, zwei bis drei Behandlungen.

Schmerzen allgemein: möglichst nah auf das Schmerzzentrum halten.

Wundheilung: ATP-Prozess wird um das ca. vierfache beschleunigt.

WSR-Wundbehandlung: direkt im Apexbereich ansetzen, vermeidet Ödeme.

Vorbereitung des Lasers (nur Therapielaser)

- Assistentinnen Key-Card in den dafür bestimmten Einschub außen rechts am Gerät stecken
- Therapie-Laser Handstück Claros ergoT8 mit dem rückwärtigen Handstückteil verbinden, Entriegelungsring einrasten lassen. Der Glasstab ist am Anschlag
- Indikation aussuchen
- Immer Brillen aufsetzen und Warnblinklampe anschalten!
- Start drücken und Therapie mit Fußschalter starten

Nach der Laseranwendung

- Stopp drücken
- Brillen absetzen und Warnblinklampe ausschalten
- Gerät ausschalten
- Haltering nach hinten ziehen und das Handstück mit GlasstabT8 zur Reinigung und Desinfektion herausnehmen.



Laserbleaching

Patientenaufklärung

Trayvorbereitung

Spiegel, Sonde, Pinzette, Spatel, Pinsel
Fotoapparat, Handspiegel

Pulverstrahlgerät

Farbring Vita umsortiert B1 A1 B2 D2 A2 C1 C2 D3 A3 D4
B3 A3,5 B4 C3 A4 C4

Wangen-/Lippenhalter, Watterollen, Sauger

Vaseline für Lippen, Quickdam Gingiva Schutz (Kool-Dam)

Elexxion Laser mit T8 Handstück

Bleichmittel (EasyWhite)

Fluoridlack

Zahnfarbe

- Ausgangszahnfarbe bestimmen
- ggf. Fotodokumentation mit der entsprechenden Zahnfarbe der VITA Skala

Patienten-Check

- vorhandene Füllungen auf Dichtigkeit überprüfen
- Zähne auf bestehende Sensibilitäten überprüfen, alle sensiblen Stellen später mit Gingivaschutz abdecken

Anrühren des Bleichgels (Easywhite)

- Gummihandschuhe und Laserschutzbrille anziehen
- Pulver in das Anmischdöschen vorlegen, dann so viel Bleichflüssigkeit zutropfen, bis das Pulver gerade vollständig benetzt ist. Gut durchmischen. Die Paste ist jetzt gebrauchsfertig.
- Das Töpfchen außer bei der Anwendung verschlossen halten.

Vorbereiten des Patienten

- Laserschutzbrille aufsetzen
- Airflow der zu bleichenden Zähne
- Wangenexpander einsetzen
- Vaseline auf Lippen auftragen, ohne Vaseline auf Zähne oder Zahnfleisch zu bringen
- ACHTUNG: Während der ganzen Behandlung darf der

Patient den Mund auf keinen Fall öffnen, weil sonst die Lippen mit Bleichgel in Berührung kommen.

- Zähne und Zahnfleisch trocken blasen, damit der Gingivaschutz gut hält. GENERELL: Das Auftragen des Gingivaschutzes gehört mit zu den wichtigsten Maßnahmen, um den Patienten die Bleichbehandlung so angenehm wie möglich zu machen
- Gingivaschutz entlang des Übergangs Zahn zu Zahnfleisch so auftragen, dass das Zahnfleisch bedeckt und der Übergang komplett dicht ist.
- Sensibilitätspunkte mit Gingivaschutz abdecken
- mit der Polymerisationslampe im Abstand von 10 cm aushärten
- Abschlusskontrolle
- die Innenseiten der Lippen mit Vaseline bestreichen, ohne die Zähne zu berühren

Auftragen des Bleichgels

- Speichel absaugen und Zähne nochmals trocken blasen
- Eckzähne und stärker verfärbte Zähne zuerst mit Gel bestreichen, um eine spätere Bleichung zu erreichen.
- Gel sorgfältig auf alle zu bleichenden Zähne auftragen, sodass eine dünne (ca. 1–2 mm dicke) homogene Schicht entsteht. Auch die Zahnzwischenräume und Schneidekanten bestreichen. Devitale Zähne können auch bestrichen werden.
- Kronen, Veneers oder anderer Zahnersatz nicht bestreichen.
- ACHTUNG: Direkte Berührung von Gel oder mit Gel getränkten Gegenständen vermeiden

Lasereinsatz (Zahnarzt)

- Menüpunkt Hartschicht und Unterpunkt Bleaching anwählen
- Gel ca. fünf Minuten auf den Zähnen belassen
- je Zahn mit dem Laserlicht bestrahlen: Dauer eines Zyklus 15 sec
- Patienten nochmals daran erinnern, den Mund wegen der Berührungsfahr mit dem Gel nicht zu öffnen.
- eine ZFA hält sich ständig beim Patienten auf

Absaugen des Bleichgels und Zwischen-Check

- Gel mit dem kleinen Sauger ohne Schutzkappe vorsichtig von den Zähnen absaugen. Den Schlauch zwischendurch unbedingt mit Wasser durchspülen. Das am Schlauch befindliche Bleichgel darf nicht mit der Mundschleimhaut in Kontakt kommen
- kein Wasser zum Absprühen des Gels nehmen, weil dadurch der Bleichprozess unterbrochen würde und sich der Gingivaschutz ablösen könnte
- erreichtes Bleichergebnis überprüfen
- ggf. Bleichgel erneut auftragen und die vorher genannten Schritte wiederholen

Letzter Zyklus

- maximal drei Bleichzyklen durchführen
- das Gel weitere fünf Minuten auf den Zähnen belassen
- bei gutem Ergebnis: Bleichgel entfernen wie oben beschrieben, zum Schluss Wasserspray und großen Sauger verwenden
- sollte der Patient jetzt Flüssigkeit verschlucken, ist dies nicht gefährlich
- Gingivaschutz mit der Sonde lösen
- Wangenexpander entfernen und Patienten kräftig mit Wasser spülen lassen
- Kontrolle: Reste des Gingivaschutzes entfernt?
- Absetzen der Schutzbrille

Erfolgskontrolle und Dokumentation

- Kontrolle der neuen Zahnfarbe mit einem Handspiegel und Vergleich mit der „alten“ VITA Zahnfarbe
- ggf. Foto
- Kontrolle, ob Füllungen an die neue Zahnfarbe angepasst werden müssen

Nachbehandlung und Verhaltensinstruktion

- Fluoridierung mit Elmex Fluid (ggf. mit Laseraktivierung)
- Nach der Behandlung eine Stunde nichts essen oder trinken und nicht rauchen.
- Genuss von stark färbenden Nahrungsmitteln (z.B. Rotwein, Kaffee, Tee, rote Säfte...) in den nächsten Tagen vermeiden.
- zwei Wochen jeden Abend Elmex fluid auftragen

Laser Patienteninformation*Was ist ein Laser?*

Laserlicht ist Licht einer bestimmten Wellenlänge. Der gebündelte Lichtstrahl ist Energie in konzentrierter Form. Laser werden seit vielen Jahren erfolgreich in der Medizin und Zahnmedizin eingesetzt. Die Anwendung sorgt durch seine schonende Arbeitsweise für große Therapieerfolge.

Wie funktioniert der Laser?

Mithilfe der gebündelten Lichtstrahlen wird punktuell und gezielt Energie freigesetzt, die so eine exakte und sehr schonende Behandlung ermöglicht.

*Welche Behandlungen können mit dem Laser durchgeführt werden?**Zahnfleischbehandlung*

Bei der Behandlung der Parodontitis (Zahnfleischentzündung) wird die stark desinfizierende Wirkung des Laserlichts genutzt. Das Laserlicht reduziert die Anzahl der Keime, die die Erkrankung verursachen. Der Laser wirkt auch in schwer zugänglichen Bereichen, sodass oft auf eine chirurgische Behandlung der Parodontitis verzichtet werden kann. Es ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass die Behandlung mit Laser sehr erfolgreich ist und ggf. sogar die Knochenneubildung fördert. Gleiches gilt für die Behandlung der Periimplantitis (Entzündung am Implantat).

Chirurgie

Das Schneiden mit dem Laser ist weniger schmerzhaft als der Schnitt mit dem Skalpell, daher wird eine weniger tiefe Betäubung benötigt. Kleine Gefäße werden gleichzeitig verschweißt, das vermindert die Stärke der Blutung. Postoperativ sind geringe bis gar keine Beschwerden zu erwarten. Die Abheilung erfolgt reizlos und mit geringer Narbenbildung. In den meisten Fällen kann auf eine Naht ganz verzichtet werden.

Wundheilung

Die Anwendung des Softlasers (das ist Laserlicht mit geringerer Energie) führt fast sofort zu Schmerzfremheit und fördert die Heilung.

Wurzelkanalbehandlung

Mit dünnen Lichtleitern wird das Laserlicht in den Wurzelkanal appliziert. Bakterien im Wurzelkanal und in den Seitenkanälchen, die sonst schwer zu beseitigen sind, werden sicher erreicht und abgetötet. Klinische Studien beweisen, dass wurzelbehandelte Zähne länger halten, schneller schmerzfrei sind und somit eine deutlich verbesserte Prognose aufweisen.

Aphten und Herpes

Die Anwendung des Softlasers (das ist Laserlicht mit geringerer Energie) führt fast sofort zu Schmerzfremheit und fördert die Heilung.

Behandlung überempfindlicher Zahnhälse

Die unangenehme Heiß-Kalt-Empfindlichkeit kann mit dem Laser erfolgreich therapiert werden. Der Laser versiegelt die freie Zahnoberfläche lang anhaltend und sanft.

Bleaching

Die Zahnaufhellung in einer Sitzung ist mit dem Laser durchführbar und eine echte Alternative zu anderen zeit- und aufwändigeren Verfahren ...

... und vieles mehr.

Korrespondenzadresse:

Dr. Martin Nägele, Reetzenstr. 3, 79331 Teningen
Tel.: 0 76 41/74 40, Fax: 0 76 41/57 07 65