



## Laser in der Zahnheilkunde

Ein klinischer Leitfaden für die Verwendung von  
Diodenlasern (810 nm) und Er:YAG-Lasern (2940 nm)

Schutzgebühr: 49,00 €

## Einleitung

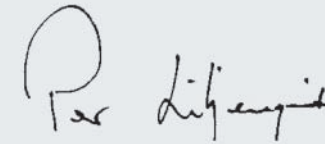
Als führender Hersteller von Dentallasern hat sich elexxion nicht nur zum Ziel gesetzt, die besten Laser ihrer Klasse herzustellen, sondern auch, den klinischen Anwendern unserer Geräte das beste Training, optimale Fortbildung und umfassende weiterführende Informationen zu bieten. Wir wollen, dass Sie mit unseren Produkten hervorragende Ergebnisse erzielen.

Sowohl für erfahrene Laseranwender als auch für Neueinsteiger ist es entscheidend, die für den Einsatz eines Lasers erforderlichen Kenntnisse zu erwerben, zu erhalten und zu erweitern. Nur diese umfangreichen Kenntnisse bringen in Konsequenz beste Ergebnisse.

Der hier vorliegende Leitfaden ist eine reichhaltige Quelle für praktisches klinisches Wissen und deckt eine große Bandbreite von Indikationen für Weichgewebe- und Hartgewebeanwendungen ab. Führende Köpfe in der Laser-Zahnheilkunde und Kunden aus Europa, den Vereinigten Staaten von Amerika und Asien haben mit ihrem umfangreichen Wissen und ihrer Erfahrung zum Inhalt beigetragen. Von dem Ergebnis werden sowohl Neuanwender als auch erfahrene Nutzer profitieren.

Wir möchten an dieser Stelle die Gelegenheit nutzen, unseren Partnern und Freunden in der Dentalgemeinschaft, die mit ihrem Sachverstand und ihrem Feedback bei der Entstehung dieses Leitfadens mitgewirkt haben, sehr herzlich zu danken.

Unseren besonderen Dank für ihre Unterstützung richten wir an Dr. Mike Swick, Dr. Kenneth Luk, Dr. Dr. Claus Neckel und Leif Nordval.



**Per Liljenqvist**  
Vorstand, CEO

Inhalt

|                             |           |                                   |           |
|-----------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| <b>I. EINFÜHRUNG</b>        | <b>6</b>  | <b>3. ENDODONTIE</b>              | <b>47</b> |
|                             |           | Keimreduktionen im Kanal          | 47        |
| <b>1. CHIRURGIE</b>         | <b>21</b> | <b>4. HARTGEWEBE</b>              | <b>49</b> |
| Allgemeine Chirurgie        | 24        | Bleaching                         | 52        |
| Abszesse                    | 24        | Kombiniertes PA-Programm          | 53        |
| Aphthen                     | 25        | Hartgewebe-Abtrag                 | 54        |
| Blutstillung                | 25        |                                   |           |
| Kürettage                   | 25        | <b>5. SOFTLASER</b>               | <b>55</b> |
| Epuliden                    | 26        | Aphthen                           | 55        |
| Fibrome                     | 26        | Dekubitus                         | 56        |
| Frenektomien                | 27        | Herpes labialis                   | 56        |
| Gingivektomien vor Abdruck  |           | Würgereiz-Unterdrückung           | 57        |
| oder CAD/CAM-Aufnahme       | 28        |                                   |           |
| Granulome                   | 30        | <b>6. SPEZIALANWENDUNGEN</b>      | <b>59</b> |
| Hämangiome                  | 30        | Depigmentierung                   | 59        |
| Entfernung von Hyperplasien | 31        |                                   |           |
| Keimreduktion               | 31        | <b>7. STUDIEN, ARTIKEL, FÄLLE</b> | <b>61</b> |
| Lappen-Operationen          | 31        |                                   |           |
| Biopsien                    | 32        | <b>8. ANHANG</b>                  | <b>82</b> |
| Retentions-Zysten           | 33        | Applikations-Tabellen             |           |
| Retinierte Zähne freilegen  | 33        | • claros pico                     | 82        |
| Schlotterkamm               | 33        | • claros nano                     | 86        |
| Sickerblutungen             | 34        | • claros                          | 88        |
| Sulcus-Präparation          | 35        | • duros / delos                   | 97        |
| Verrucae                    | 36        |                                   |           |
| Vestibulum-Plastiken        | 37        |                                   |           |
| Wurzelspitzen-Resektionen   | 37        |                                   |           |
| <b>2. PARODONTOLOGIE</b>    | <b>39</b> |                                   |           |
| Taschen-Behandlung          | 39        |                                   |           |
| Gingivektomien, extern      | 39        |                                   |           |
| Gingivektomien, intern      | 39        |                                   |           |
| Keimreduktion               | 40        |                                   |           |
| Membranen dekontaminieren   | 40        |                                   |           |
| Offene Kürettage            | 41        |                                   |           |
| Taschen-Reduktionen         | 41        |                                   |           |
| elap-p                      | 42        |                                   |           |

Vorwort

Laser haben seit vielen Jahren auf etlichen Gebieten der Medizin revolutionäre Anwendungsmöglichkeiten eröffnet. Auch in der Zahnheilkunde hat sich der Laser längst etabliert. Dies betrifft hauptsächlich die Gebiete Endodontie, Chirurgie, PA-Behandlungen, Hartgewebeabtrag wie auch Wundheilung, Infektionskontrolle, Schmerztherapie und viele andere mehr.

Ein solides Grundwissen in der Laserphysik und das grundlegende Verständnis der Wechselwirkungen von Licht und Gewebe sind die Basis für eine erfolgreiche Anwendung von Lasern in der Zahnheilkunde.

Trifft Licht auf Materie, z.B. menschliches Gewebe, so wird es je nach Wellenlänge und Material unterschiedlich stark absorbiert. Im Mund haben wir es im Wesentlichen mit Wasser, Hydroxylapatit, Hämoglobin und Melanin zu tun. Das grundsätzliche Verständnis der Wechselwirkungen des eingestrahnten Lichts mit diesen Materialien ist die Basis für einen erfolgreichen Therapieeinsatz eines Dentallasers. Je nach Energie und Wellenlänge des verwendeten Laserlichts ergeben sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten, von der Karies- und Zahnstein-Diagnose, Bleaching, Gewebe-Dekontamination, Blutstillung, Koagulation, Melanin-Depigmentierung bis zum Hart- und Weichgewebeabtrag. Die Kombination von verschiedenen Wellenlängen und Leistungen ermöglichen ein breites Einsatzspektrum des Dentallasers in der täglichen Zahnarztpraxis.

Die Verwendung von Laserlicht als zahnärztlichem Instrument unterscheidet sich erheblich von der Anwendung konventioneller rotierender oder piezoelektrischer Instrumente. Daher muss der Umgang mit diesem Werkzeug erlernt werden.

I. Was ist ein Laser?

|       |                                                           |
|-------|-----------------------------------------------------------|
| I.1   | Einführung                                                |
| I.2   | Grundlagen der Dental-Laser                               |
| I.2.1 | Geschichte des Lasers mit seinen besonderen Eigenschaften |
| I.2.2 | Laserkomponenten                                          |
| I.2.3 | Laser in der Zahnheilkunde                                |
| I.2.4 | Laser-Parameter                                           |
| I.2.5 | Wechselwirkungen von Laserlicht mit Gewebe                |
| I.2.6 | Klinische Anwendungen mit Dental-Lasern                   |



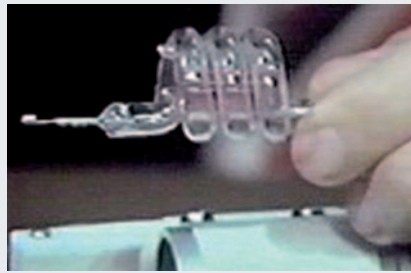
## I.1 Einführung

Der erste funktionstüchtige Laser wurde Anfang der 60er-Jahre von Theodore Maiman, einem US-amerikanischen Physiker, vorgestellt. Er bestand aus einer herkömmlichen gewundenen Foto-Blitzlampe, in die ein Rubinstab gesteckt wurde. Schon 1964 gelang es Ralph Stern und Reidar Sognaes, mit einem solchen Rubinlaser Zahnschmelz und Dentin zu verdampfen.

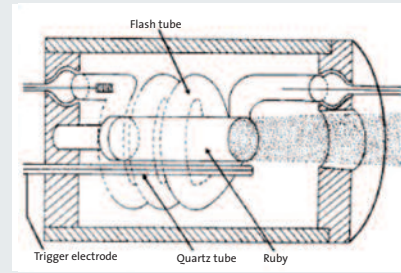
### Aufbau des ersten funktionierenden Rubinlasers



Dr. Theodore H. Maiman  
11. Juli 1927-5. Mai 2007



Blitzlampe



Flash tube = Blitzlampe  
Ruby = Rubin

Anfangs wurde versucht, Hartgewebe mit Dentallasern zu bearbeiten. Dabei wurden jedoch Risse in den Oberflächen sowie thermische Schäden in Zahnschmelz und Dentin beobachtet. Der erste Dentallaser wurde 1989 von Dre. Terry und Bill Meyers entwickelt. Es handelte sich dabei um einen Festkörper-Laser mit Neodym-dotierten Yttrium-Aluminium-Granat (Nd:YAG) als laserfähiges Medium und einer Leistung von 3 W für die Bearbeitung von Weichgewebe.

In der Zwischenzeit ist eine Vielzahl von Dentallasern entwickelt worden und zum Einsatz gekommen.

Dentallaser werden auf allen Gebieten der Zahnheilkunde verwendet und vielfältig genutzt. Beispiele hierfür sind die Oralchirurgie, die Präparation von Zähnen, die Kariesentfernung, PA- und Endo-Behandlungen, Keimreduktion, sowie die kosmetische Zahnheilkunde wie Weichgewebeformung. Neuerdings beschäftigt sich die Forschung auch mit Anwendungen des Lasers in der Implantologie und der Behandlung von Periimplantitis.

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick in die Grundlagen der Laserphysik und beschäftigt sich mit den in der Zahnheilkunde wichtigsten Wellenlängen von Lasern.

## I.2 Einführung

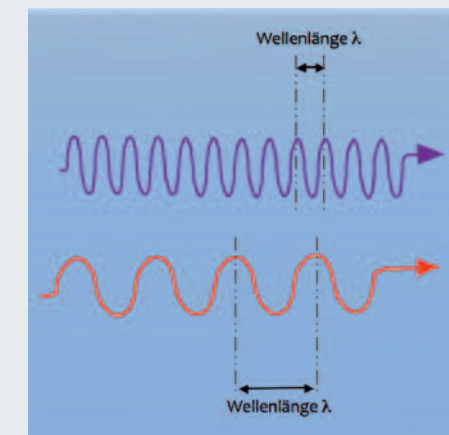
### I.2.1 Geschichte des Lasers mit seinen besonderen Eigenschaften

Das Wort „Laser“ ist die Abkürzung für den Ausdruck „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“ – auf Deutsch: „Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung“.

Die entscheidenden Wörter in diesem Ausdruck sind dabei „stimulierte Emission“. Diese Wörter beschreiben auf abstrakte Weise das Funktionsprinzip des Lasers. Durch Stimulation von außen ist es möglich, dass bestimmte Materialien Licht verstärken, bündeln und emittieren können, wenn man sie auf bestimmte Art und Weise aufbaut.

Um das Funktionsprinzip eines Lasers zu verstehen, machen wir einen kleinen Ausflug in die Physik, in die Welt von Licht und Materie und ihrer Wechselwirkung.

**Beginnen wir mit dem Licht**, das uns alle täglich umgibt und mit dessen Hilfe wir sehen können. Licht ist im physikalischen Sinne eine Form von Energie, die sich als elektromagnetische Welle ausbreitet. Wie jede andere Welle hat auch Licht eine Ausbreitungsgeschwindigkeit, mit der es sich fortbewegt – die berühmte Lichtgeschwindigkeit  $c$ . Der Wert für  $c$  beträgt  $2,99 \times 10^8$  m/s im Vakuum. Wie jede andere Welle hat auch Licht eine Wellenlänge, die man mit  $\lambda$  abkürzt und die in nm gemessen wird ( $1 \text{ nm} = 1 \text{ Nanometer} = 10^{-9} \text{ m} = 1 \text{ Millionstel Millimeter}$ ). Das für uns sichtbare Licht liegt im Bereich um 600 nm).

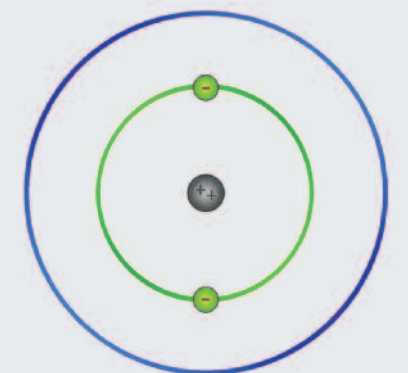


Verschiedene Wellenlängen von Licht

Die Wellenlänge ist definiert als der Abstand zweier sich wiederholender Punkte der Welle (z.B. zweier benachbarter Wellenberge). Die Wellenlänge  $\lambda$  und die Frequenz  $f$  des Lichts, die in Hertz (Hz) gemessen wird, hängen zusammen. Die Umrechnung erfolgt mit Hilfe der Lichtgeschwindigkeit:  $f = c / \lambda$ . Wellenlänge und Frequenz sind gleichbedeutend mit Farbe. Licht mit der Wellenlänge 580 nm ist zum Beispiel gelb und hat eine Frequenz von 500 THz (= 500 Billionen Hertz).

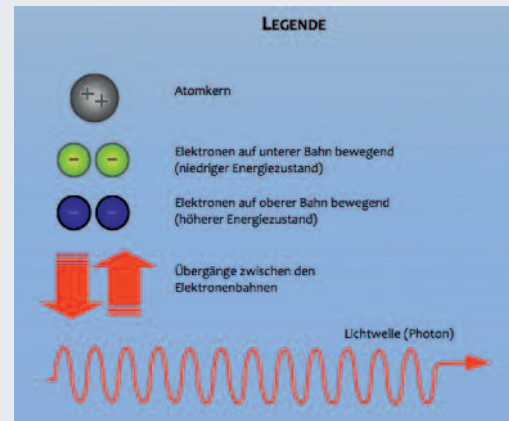
Je kürzer die Wellenlänge von Licht, umso höher ist also seine Frequenz und umso höher ist auch sein Energiegehalt. Licht mit kurzer Wellenlänge und hoher Frequenz (z.B. violett oder blau) ist energiereicher als Licht mit langer Wellenlänge und kleiner Frequenz (z.B. rot oder orange).

**Nun zur Materie:** Materie, auch menschliches Gewebe, besteht aus Atomen beziehungsweise Molekülen. Atome wiederum haben einen elektrisch positiv geladenen Kern in der Mitte und negativ geladene Elektronen, die sich um den Kern bewegen. 1913 formulierte Niels Bohr das nach ihm benannte Atommodell, wonach sich die Elektronen auf Kreisbahnen um den Atomkern bewegen. Bewegen sie sich auf einer Bahn, die nahe am Kern ist (kleiner Durchmesser, im Bild grün), haben die Elektronen eine geringere Energie als auf weiter außen liegenden Bahnen (größerer Durchmesser, im Bild blau). Daher spricht man bei den Bahnen auch von höheren bzw. niedrigeren oder tieferen Energiezuständen. Wechselt ein Elektron seine Bahn, so muss die Energiedifferenz in irgendeiner Art und Weise ausgeglichen werden. Dies geschieht oft in Form von Licht, denn Licht ist ja eine Form von Energie.



Bohr'sches Atommodell: in der Mitte der Kern, außen kreisen Elektronen auf Bahnen

Fällt ein Elektron von einer höher liegenden Bahn auf eine niedrigere, so wird die Energiedifferenz der beiden Bahnen in Form von Licht emittiert. Wird umgekehrt ein Elektron von einer tiefer liegenden Bahn auf eine höhere gehoben, so benötigt es dafür Energie von außen. Das ist das Prinzip der sogenannten „**spontanen Emission**“. Ein Elektron wird auf eine höhere Bahn gehoben, bleibt dort nicht lange (denn dieser Zustand ist zeitlich instabil, d.h. das Elektron kann sich nur für eine millionstel Sekunde auf der höheren Bahn halten), fällt nach kurzer Zeit wieder herunter auf die ursprüngliche Bahn und emittiert dabei ein Lichtteilchen (Photon), das genau die Energie besitzt, wie die der Energiedifferenz der beiden Bahnen.



1. Einfallendes Licht hebt ein Elektron von der inneren auf die äußere Bahn. Das Licht wird dabei absorbiert.

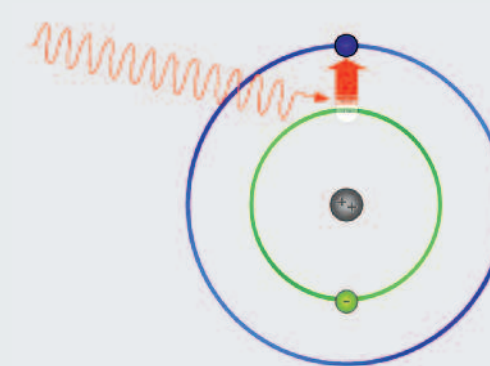
2. Nach kurzer Zeit fällt das Elektron auf die innere Bahn zurück und emittiert ein Lichtphoton (= **spontane Emission**).

Da der Energieinhalt von Licht sich durch die Wellenlänge ausdrückt und Wellenlänge gleichbedeutend mit Farbe ist, kann man also an der Farbe des emittierten Lichts die Energiedifferenz der beteiligten Elektronenbahnen erkennen.

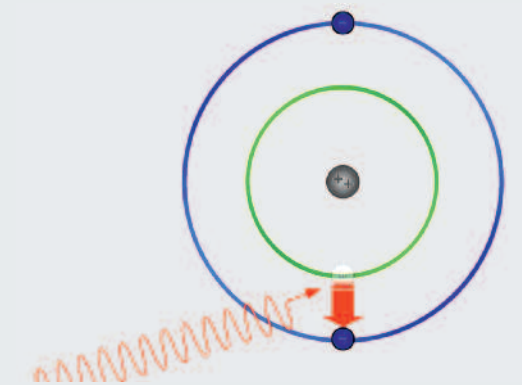
Mit der spontanen Emission allein könnte man aber keinen Laser zum Funktionieren bringen, da angeregte Elektronen immer viel zu schnell auf ihre ursprünglichen Bahnen zurückkehren. Für den Betrieb eines Lasers braucht man einen Effekt, der bereits 1916 von Albert Einstein theoretisch beschrieben wurde, die „**stimulierte Emission**“.

Im Unterschied zur oben beschriebenen spontanen Emission trifft hier das Licht auf Atome, bei denen sich zum Zeitpunkt des Lichteinfalls schon Elektronen auf äußeren Bahnen aufhalten. Auf diesen höheren Bahnen befinden sich also mehrere angeregte Elektronen. Fallen diese auf die ursprünglichen, tieferen Bahnen zurück, tun sie dies sozusagen gleichzeitig, und jedes von ihnen emittiert dann ein Photon.

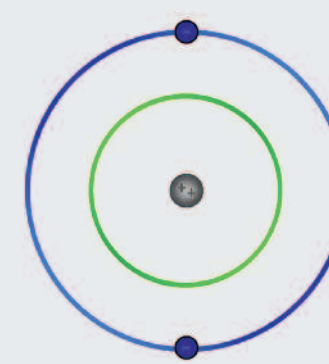
Dieses Modell erklärt trotz seiner Einfachheit die Abläufe in einem realen Laser. Die Blitzlampe regt die Elektronen des Lasers an, d.h. es hebt sie von einer inneren auf eine äußere Bahn (Bild 1 und 2). Die Energie des eingestrahnten ungeordneten Blitzlichts wird kurz auf der äußeren Elektronenbahn „geparkt“. Kurz danach fallen die beiden angeregten Elektronen wieder auf die innere Bahn zurück und geben dabei wieder Licht ab. Dieses abgegebene Licht hat aber nun die gleiche Wellenlänge, die gleiche Richtung und die gleiche Phasenbeziehung. Es bildet einen einfarbigen und gebündelten Strahl, der in genau eine Richtung geht: **Ein Laserstrahl!** Einfach formuliert: Ein Laser sortiert das chaotische Licht der Blitzlampe zu einem ordentlichen Laserstrahl um.



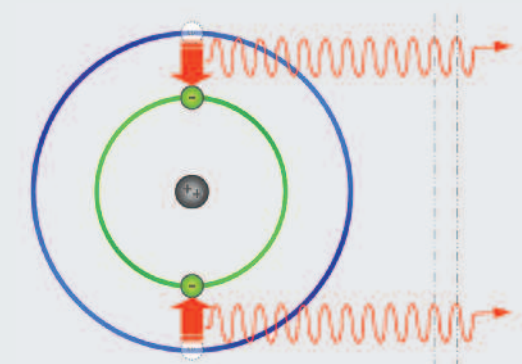
1. Die **stimulierte Emission** beginnt wie die spontane Emission: Licht hebt Elektron 1 auf die äußere Bahn.



2. Doch bevor das Elektron 1 wieder herunterfällt, wird auch Elektron 2 von Licht angeregt.



3. Beide Elektronen bewegen sich nun gemeinsam auf der äußeren Bahn, bis sie nach kurzer Zeit wieder auf die innere Bahn zurückfallen.



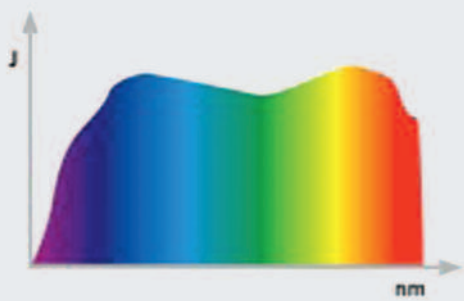
4. Die Energiedifferenz zwischen den beiden Bahnen geben sie in Form von Licht ab. Es werden 2 Photonen emittiert, die die gleiche Wellenlänge, Phasenbeziehung und Richtung haben: **Das Atom lasert!**

Dieser Sortierungsmechanismus, das Lasern, funktioniert jedoch nicht mit jedem x-beliebigen Material, sondern erfordert ganz spezielle Substanzen. Diese Substanzen werden auch „**aktives Medium**“ genannt.

Licht ist eine Form von Energie. Es besteht aus Photonen, die man sich als Energiepakete bzw. Wellenpakete vorstellen kann, die sich wellenförmig ausbreiten. Ein Photon hat fünf elementare Eigenschaften:

1. Geschwindigkeit: Die Lichtgeschwindigkeit beträgt im Vakuum  $2,99 \times 10^8$  m/s.
2. Amplitude: Die maximale Höhe der Welle, gemessen in mJ.
3. Wellenlänge: gemessen in Metern (in der Welt der Laser üblicherweise in Nanometern).
4. Frequenz: die Anzahl der Wellenzyklen pro Sekunde.
5. Die mathematische Formel, die Wellenlänge ( $\lambda$ ), Frequenz ( $f$ ) und Lichtgeschwindigkeit ( $c$ ) in Relation setzen, lautet:  $c = \lambda \times f$ .

Im Gegensatz zu normalem Licht ist Laserlicht monochromatisch, also einfarbig, da beim Lasern nur eine bestimmte Wellenlänge statt des normalerweise breiten Lichtspektrums erzeugt wird. Laserlicht ist also eine Form von gleichförmiger, leistungsfähiger und kohärenter Energie. Das Laserlicht kann stark fokussiert werden und wird durch einen gebündelten Strahl charakterisiert.



Spektrum des sichtbaren Lichts



Monochromatisches Licht eines Lasers

Das Spektrum elektromagnetischer Wellen beginnt bei unsichtbarer ionisierender Strahlung wie Gammastrahlen, Röntgenstrahlen, UV-Licht (100-400 nm) und sichtbares Licht (400-750 nm) bis hin zur unsichtbaren thermischen Strahlung wie Infrarot (>750 nm) und Radiowellen. In der Zahnheilkunde finden zurzeit Wellenlängen von 488-10.600 nm Verwendung. Sie werden in Form von nichtionisierender Strahlung aus dem sichtbaren Spektralbereich emittiert und haben daher keine erbgutverändernden Eigenschaften auf die DNA.

Vergleich zwischen normalem sichtbarem Licht und Laserlicht

**Normales sichtbares Licht**

- Gemisch aus vielen Wellenlängen =
- weißes Licht (polychromatisch)
- ungerichtet
- ungebündelt
- chaotisch, inkohärent
- geringe Intensität
- 0,1 Watt/cm²

**Laserlicht**

- nur eine bestimmte Wellenlänge =
- einfarbiges Licht (monochromatisch)
- geht in eine Richtung
- stark gebündelt
- geordnet, kohärent
- hohe Intensität
- 10<sup>8</sup>-10<sup>16</sup> Watt/cm²

I.2.2 Laserkomponenten

1. AKTIVES MEDIUM

Das aktive Medium, in dem durch stimulierte Emission Laserlicht erzeugt wird, kann ein Gas, eine Flüssigkeit oder auch ein Festkörper sein. Das verwendete aktive Medium bestimmt die Laser-Wellenlänge, Leistung und Energie. Das in einem Laser verwendete aktive Medium gibt ihm seinen Namen, zum Beispiel: CO<sub>2</sub>-Laser, Er:YAG-Laser und Nd:YAG-Laser.



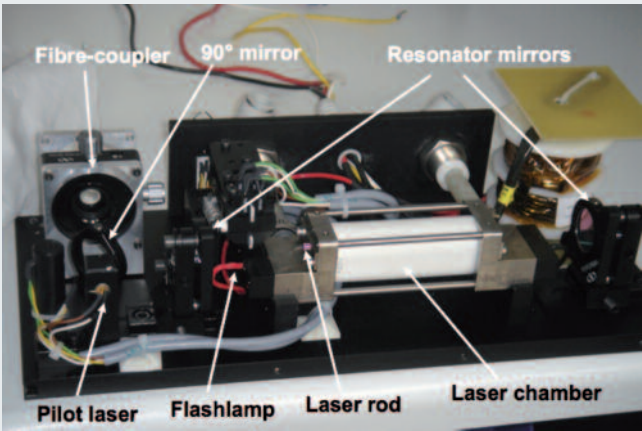
Laserstab aus Yttrium-dotiertem Aluminium-Granat (Er:YAG)

2. PUMPMECHANISMUS

Eine externe Quelle liefert kontinuierlich Energie an das aktive Medium, damit darin die stimulierte Emission ablaufen kann. Man nennt diesen Vorgang auch „optisches Pumpen“. Bei Festkörperlaser und Farbstofflasern geschieht dieses Pumpen mittels Blitzlampen, Bogenlampen oder sogar durch andere externe Laser. Bei Halbleiter-Lasern wird dieses Pumpen nicht optisch, sondern durch elektrische Energie erreicht.

3. OPTISCHER RESONATOR

Das aktive Medium wird innerhalb eines optischen Systems positioniert, das man „Resonator“ nennt. Dieser besteht aus zwei Spiegeln, die sich jeweils gegenüber am anderen Ende des Resonators befinden, axial ausgerichtet, Spiegelflächen parallel.



|                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| Laser rod         | Laserstab (aktives Medium) |
| Resonator mirrors | Spiegel                    |
| Flash lamp        | Blitzlampe                 |
| Fibre coupler     | Glasfaser-Anschluss        |
| 90° mirror        | Ablenkspiegel              |
| Laser chamber     | Laserkammer                |
| Pilot laser       | Pilotlaser (Ziellaser)     |

Das aktive Medium befindet sich zwischen den Spiegeln. An den beiden Enden des Resonators werden die im aktiven Medium erzeugten Lichtphotonen immer wieder hin- und her reflektiert. Laufend werden Elektronen auf höhere Bahnen gepumpt und fallen wieder herunter. Dabei werden bei jedem Durchflug durch das aktive Medium weitere Photonen erzeugt. Diese Hin- und Her-Bewegung des Lichtes durch das aktive Medium verstärkt das Licht immer mehr. Einer der beiden Spiegel ist nur teilreflektierend ausgelegt, daher nennt man ihn den „Auskoppler“. Die nicht vollständig reflektierende Oberfläche dieses Spiegels erlaubt den Photonen, den Resonator als gerichteter und gebündelter Energiestrahling zu verlassen: ein Laserstrahl!



4. KÜHLSYSTEM

Nicht die gesamte Energie, die in das aktive Medium gepumpt wird, wird in Laserenergie umgesetzt. Ein Teil der Energie wird in Wärme umgewandelt, was die Temperatur des aktiven Mediums erhöht. Daher ist es erforderlich, ein Kühlsystem zu installieren, das das aktive Medium innerhalb seiner Betriebstemperatur hält.

5. STEUEREINHEIT

Computergesteuerte und mit Mikroprozessoren ausgestattete Steuereinheiten ermöglichen dem Anwender, alle einstellbaren Parameter des Lasers zu überwachen und zu steuern.



Benutzerfreundliche Bedienoberflächen unterschiedlicher Laser

6. LICHTLEITER-SYSTEME

Die Laserenergie, die innerhalb des eigentlichen Lasergerätes erzeugt wird, kann auf unterschiedliche Art und Weise an den Ort der Anwendung geleitet werden.

- **Glasfaser, Typ 1:** Eine flexible Glasfaser (Quarz/Silizium-Glas), die häufig Verwendung findet. Für diese Glasfasern beträgt die Transmissionsrate zwischen 80 % und 90 % bei Wellenlängen von 300 nm bis 2400 nm. Wellenlängen außerhalb dieses Bereiches werden von dem Glas absorbiert.
- **Glasfaser, Typ 2:** Bei Er:YAG-Lasern wird ein anderes Glasfaser-Material eingesetzt, das eine höhere Steifigkeit als Typ 1-Glasfaser aufweist, aber immer noch hinreichend biegsam ist. Typische Beispiele sind Zirkon-Aluminiumfluorid oder Germaniumoxid.
- **Hohlleiter:** Das ist ein halbsteifes reflektierendes Metall- oder Plastikrohr, durch dessen Inneres die Laserenergie geleitet wird.
- **Spiegelgelenkarm:** Dies sind durch bewegliche Gelenke verbundene Rohre, durch die das Laserlicht geführt wird. In den Gelenken befinden sich 45°-Spiegel zur Umlenkung des Lichtstrahls.

Im sichtbaren Bereich und im nahen Infrarot-Bereich werden Glasfasern vom Typ 1 eingesetzt. Im mittleren Infrarot-Bereich werden steife Glasfasern vom Typ 2, Hohlleiter oder Spiegelgelenkarme verwendet. Für Wellenlängen im fernen Infrarot können nur Hohlleiter genommen werden.

I.2.3 Laser in der Zahnheilkunde

Im sichtbaren Spektrum:

1. Argon (Ar): 488 nm Wellenlänge (blau)
2. Argon (Ar): 514 nm Wellenlänge (blau-grün)
3. Frequenz verdoppelter Nd:YAG mit KTP-Kristall: 532 nm (grün), bekannt als KTP-Laser
4. Softlaser: 635 nm (für Therapie und fotoinduzierte Desinfektion), 655 nm (für Karies- und Zahnschmelz-Detektion) und 660 nm (fotodynamische Therapie). Rote Wellenlänge

Argon-Laser verlieren in der Zahnheilkunde seit dem Aufkommen kleiner, kompakter Diodenlaser immer mehr an Bedeutung.

Im nahen, mittleren und fernen Infrarot-Bereich ist Laserlicht unsichtbar. Um den unsichtbaren Laserstrahl auf den Zielpunkt richten zu können, ist ein so genannter Pilot-Strahl (auch: Zielstrahl oder Führungsstrahl) erforderlich, der aus sichtbarem Laserlicht besteht und coaxial mit dem eigentlichen Arbeitsstrahl verläuft.

LASER IM NAHEN INFRAROT-BEREICH

Diodenlaser emittieren Wellenlängen zwischen 800 nm und 980 nm. Je nach verwendetem aktiven Medium werden unterschiedliche Wellenlängen produziert:

1. Aluminium, Gallium und Arsenid: 800 nm – 830 nm
2. Gallium und Arsenid: 904 nm
3. Indium, Gallium und Arsenid: 980 nm

Nd:YAG emittiert eine Laserwellenlänge von 1064 nm.

LASER IM MITTLEREN INFRAROT-BEREICH

Im mittleren Infrarot kommen die häufigsten Wellenlängen aus der Erbium-Familie.

1. Erbium-Chrom-dotiertes Yttrium-Scandium-Gallium-Granat (Er, Cr:YSGG): 2780 nm
2. Erbium dotiertes Yttrium-Aluminium-Granat (Er:YAG): 2940 nm

LASER IM FERNEN INFRAROT-BEREICH

CO<sub>2</sub>-Laser emittieren Wellenlängen von 9600 nm, 10.600 nm und 11.200 nm. In der Zahnheilkunde wird am häufigsten die CO<sub>2</sub>-Wellenlänge von 10.600 nm verwendet.

1.2.4 Laserparameter

Anwender von Lasern sollten ein klares Verständnis der verschiedenen Laserparameter wie auch der klinischen Behandlungstechniken haben, wenn sie unterschiedliche Wellenlängen einsetzen wollen.

Als erstes Beispiel betrachten wir einen Diodenlaser mit einer Leistung von 1 W. Arbeitet dieser Laser 1 Sekunde im kontinuierlichen Modus, so liefert er in dieser Sekunde eine mittlere Leistung von 1 W.

Als zweites Beispiel nun ein Nd:YAG-Laser, ebenfalls mit einer mittleren Leistung von 1 W. Dieser arbeitet jedoch im Pulsbetrieb (Pulsbreite 100 s, 50 mJ pro Puls bei 20 Hz; damit liefert er eine Spitzenleistung von 500 W, bei gleicher mittlerer Leistung wie der Diodenlaser.

| Terminologie |                    |                   |                                 |                   |
|--------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|
| Abk.         | Englischer Begriff | Deutscher Begriff | Bedeutung                       | Einheit           |
| PP           | Peak Power         | Pulsleistung      | Spitzenleistung eines Pulses    | W                 |
| PW           | Pulse Width/Depth  | Pulsbreite        | Dauer eines Laserpulses         | s                 |
| PE           | Pulse Energy       | Pulsenergie       | Energieinhalt eines Laserpulses | J                 |
| PF           | Pulse Frequency    | Pulsfrequenz      | Anzahl Pulse pro Sekunde        | Hz                |
| AP           | Average Power      | mittlere Leistung | PE x PF                         | W                 |
| tR           | Relaxation Time    | Relaxationszeit   | Ruhezeit zwischen den Pulsen    | s                 |
| DYCL         | Duty Cycle         | Tastverhältnis    | $PD / (PD + tR) \times 100 \%$  | -                 |
| ED           | Energy Density     | Energiedichte     | Energie (PE) pro Fläche         | J/cm <sup>2</sup> |
| PD           | Power Density      | Leistungsdichte   | Leistung (PP) pro Fläche        | W/cm <sup>2</sup> |

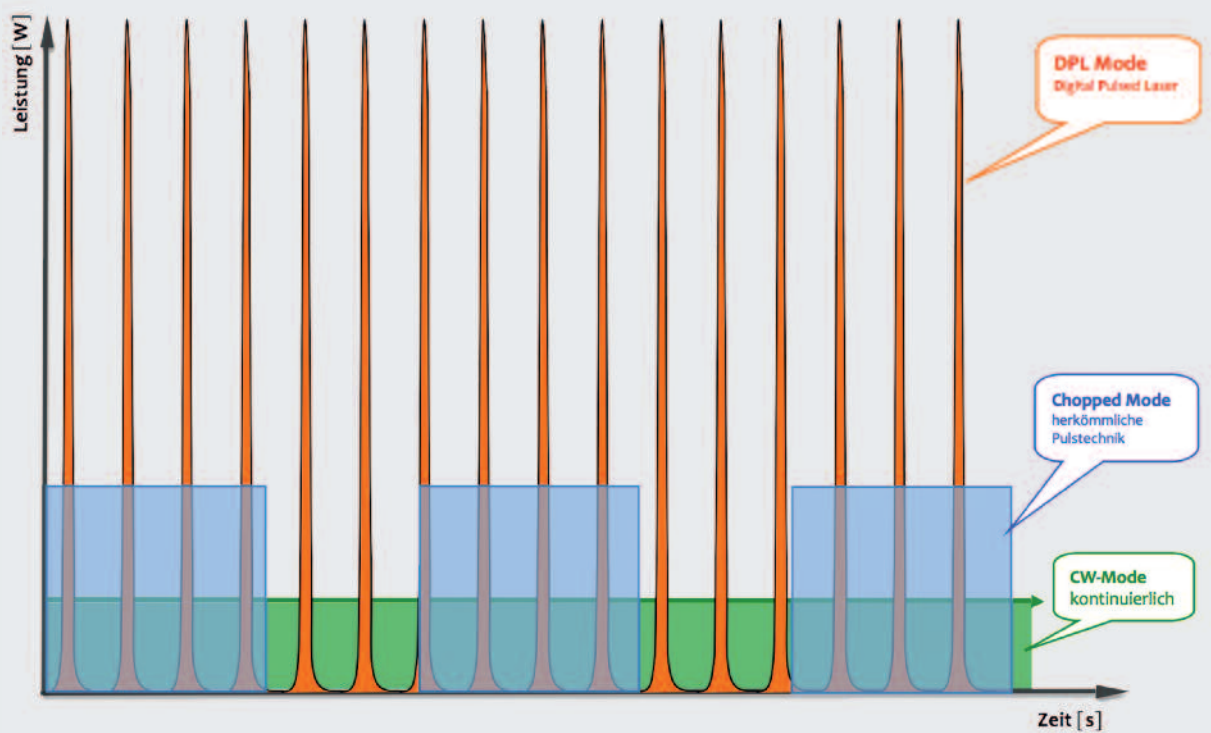
LASER-BETRIEBSARTEN

Ein Laser kann in unterschiedlichen Betriebsarten arbeiten. Die unterschiedlichen Betriebsarten beschreiben die Art des zeitlichen Verlaufs der Leistungsabgabe. Es werden folgende Betriebsarten unterschieden:

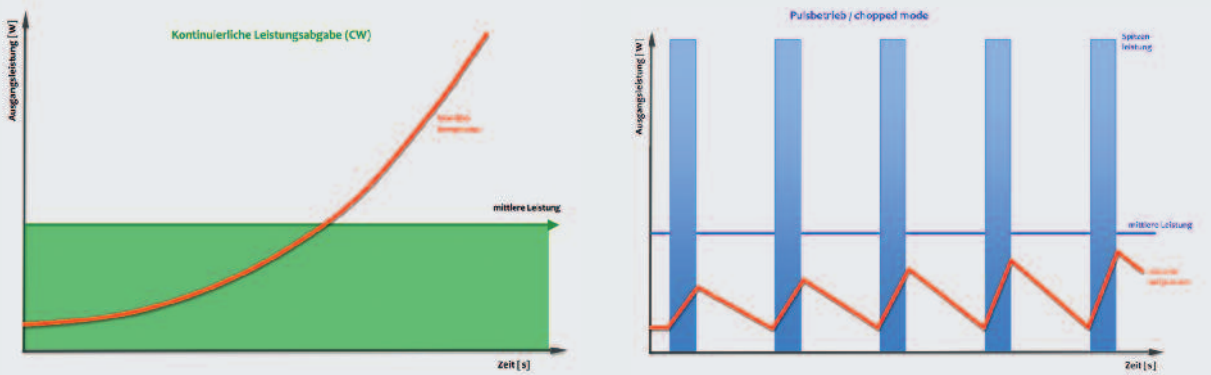
**Kontinuierliche Leistungsabgabe (Dauerstrich-Betrieb = Continuous Wave = CW):**  
CO<sub>2</sub>-, Argon- und Diodenlaser arbeiten in diesem Modus. Die Laserenergie wird hierbei kontinuierlich ohne zeitliche Pause emittiert. Laser, die eine solche kontinuierliche Strahlung abgeben, haben oftmals mechanische Einrichtungen, so genannte „Shutter“, die den Strahl periodisch unterbrechen, um dem Gewebe Zeit zu geben, sich von der permanenten Energieeinstrahlung zu erholen. Dabei werden Pulsdauern von 0,1 bis 0,01 s erreicht. Die Ausgangsleistung und die Zeitstrecken, in denen der Strahl „an“ und „aus“ ist, gehören zu den Parametern, die der Anwender bei seinem Laser verändern kann. Das Verhältnis von „an“ und „aus“ wird durch das Tastverhältnis ausgedrückt und oft in % angegeben.

**Getaktete Leistungsabgabe (Impulsbetrieb = Chopped Mode):**  
Die mechanischen „Shutter“ werden heute in der Regel durch elektronische Pulsverfahren ersetzt. Der Betriebsmodus eines solchen Lasers kann dann frei eingestellt werden von „kontinuierlich“ bis herunter zu Pulsdauern von 2,5 µs. Bei einem solchen Laser kann der Anwender die Ausgangsleistung, Pulsdauer und Pulsfrequenz einstellen.

**WICHTIG:** Das Unterbrechen der kontinuierlichen Energieabgabe kann unerwünschte thermische Gewebschäden im Behandlungsgebiet minimieren. Der sonst permanente Anstieg der Gewebetemperatur wird ständig zurückgehalten und somit eine Karbonisierung des Gewebes vermieden.



Drei Laser-Betriebsarten im Vergleich: CW-Mode, Chopped Mode und Pulsbetrieb (DPL)



Temperaturanstieg (rote Kurven) im Gewebe – Vergleich zwischen kontinuierlich arbeitendem Laser (links, grün) und gepulstem Laser (rechts, blau)



### Gepulste Leistungsabgabe (freilaufender Pulsbetrieb = Free Running Pulse = FRP):

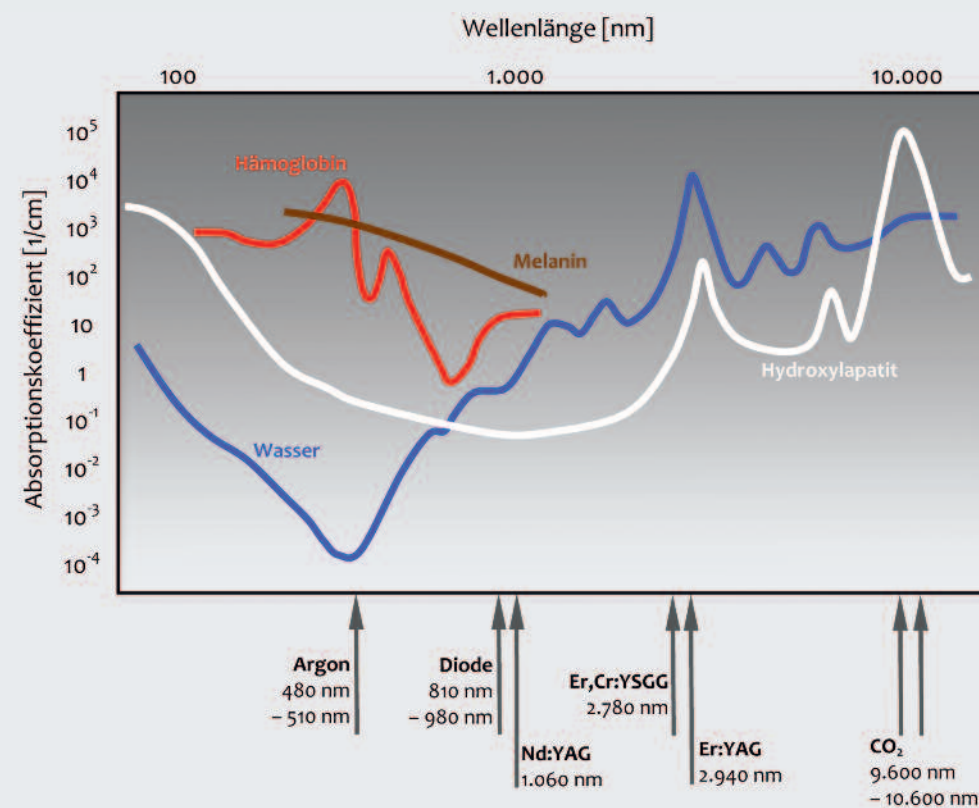
Nd:YAG-, Er:YAG- und Er,Cr:YSGG-Laser arbeiten im FRP-Modus. In diesem Modus werden Pulse mit sehr hoher Energie (bis zu 2000 W) und sehr kurzer Pulsdauer (zwischen 50 µs und 1000 µs) emittiert. Da der FRP-Modus wesentlich kürzere Pulsdauern und geringere Tastverhältnisse zeigt, sind auch die unerwünschten thermischen Schäden deutlich geringer. Zur Erinnerung: Das Tastverhältnis ist das Maß für die Dauer des Strahls im Verhältnis zu den Pausen:  $\text{ON} / (\text{ON} + \text{OFF}) \times 100 \%$ . Der Anwender eines solchen Lasers sollte immer die hohen Spitzenleistungen berücksichtigen und entsprechend sorgfältig handeln. Die mittlere Leistung, Pulsenergie, Pulsdauer und Pulsfrequenz sind die Parameter, die der Anwender an seinem Laser einstellen und wählen kann.

## 1.2.5 Wirkung von Laserstrahlung auf Gewebe

### ABSORPTION

Die verschiedenen Bestandteile der dentalen Gewebearten zeigen unterschiedliche Absorptionsverhalten hinsichtlich einfallender elektromagnetischer Strahlung. Die absorbierenden Substanzen in dentalem Gewebe sind Wasser, Zahnschmelz, Dentin, Hydroxylapatit und Melanin.

In der Regel besteht dentales Gewebe im Behandlungsgebiet aus einer Kombination von Wasser, Hydroxylapatit, Blut und Gewebepigmenten. Ein klares Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Laserlicht und Gewebe ermöglicht dem Zahnarzt, eine geeignete Wellenlänge für bestimmte Behandlungen auszuwählen.



Absorptionsverhalten einiger Gewebe in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Die Pfeile markieren Wellenlängen typischer Dentallaser.

Die spezielle optische Absorption jeder einzelnen Wellenlänge bestimmt die Eindringtiefe des Laserstrahls in das Gewebe. Bei Erbium- und CO<sub>2</sub>-Lasern wird Wasser stark absorbiert. Da alle Gewebebestandteile einen hohen Wasseranteil haben, beschränkt sich die Eindringtiefe dieser Laserstrahlen nur auf die Oberfläche des Gewebes.

Argon-, Dioden- und Nd:YAG-Laser können ganz unterschiedliche Tiefen erreichen, da sie von Wasser nur schlecht absorbiert werden. Die unterschiedlichen Tiefen hängen dabei von den speziellen Farbstoffen im Gewebe und den verwendeten Energieintensitäten ab. Diese Eigenschaft wird bei der Softlaser-Therapie genutzt.

Da auf dem bestrahlten Gewebe kein sofortiger Effekt sichtbar ist, muss darauf geachtet werden, dass kein exzessiver Energietransport in tiefer liegende Gewebeschichten erfolgt. Dies würde auch nach Tagen noch zu einem tiefen Gewebeschaden führen (vergleichbar mit Verbrennungen).

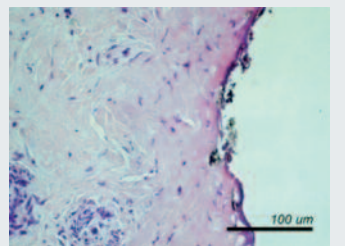
### WIRKUNGEN DES LASERLICHTS AUF GEWEBE

Laserlicht kann vom Gewebe absorbiert, reflektiert, gebrochen und gestreut werden oder auch ohne Wechselwirkung transmittieren. Die Stärke der Gewebereaktion hängt von der verwendeten Wellenlänge und Leistung ab. Je nach Stärke der Energieabsorption kann das Gewebe unterschiedlich reagieren.

Die absorbierte Laserenergie kann unterschiedliche Effekte beziehungsweise Reaktionen im Gewebe hervorrufen:

**Photothermisch** – die aufgenommene Energie wird in Wärme umgewandelt, die Gewebetemperatur erhöht sich. Das Ausmaß der Temperaturerhöhung wird in fünf Schweregrade unterteilt:

1. Hyperthermie (37 °C – 50 °C)
2. Koagulation/Denaturierung von Protein (> 60 °C)
3. Verschweißen (70 °C – 90 °C)
4. Vaporisation (100 °C – 150 °C)
5. Karbonisierung (> 200 °C)

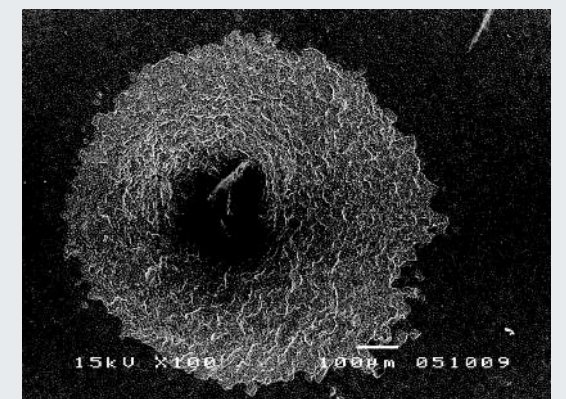


Exzision, Abtrag durch Diodenlaser

**Photochemisch** – die aufgenommene Energie bricht chemische Verbindungen in den Gewebemolekülen auf.

**Photoakustisch** – die aufgenommene Energie wird in mechanische Energie umgewandelt und erzeugt Schockwellen oder auch Hochdruckwellen. Dies verursacht physikalische Beschädigungen des behandelten Gewebes.

**Photodynamisch** – eine Art photochemischer Wechselwirkung. Photodynamische Wechselwirkungen finden statt, wenn besondere Licht absorbierende Moleküle beteiligt werden, die die Wechselwirkung vermitteln und unterstützen. Eine biochemisch besonders reaktionsfreudige Form von Sauerstoff wird produziert; man nennt ihn auch „1-atomiger Sauerstoff“.



Photoakustischer Effekt bei Dentinabtrag durch Er:YAG-Laser

**Biostimulation und Biomodulation** – geringe Laserleistungen kommen zur Anwendung, um bestimmte Prozesse auf Zellebene des Gewebes, wie einen Anstieg der ATP-Produktion oder die Verbesserung der Kalzium-Transportmechanismen, anzustoßen. Es wird intensiv daran geforscht, wie diese Effekte für die Praxis genutzt werden können.

I.2.6 Klinische Anwendungen mit Dentallasern

ANWENDUNGEN MIT GERINGER LASERENERGIE

- Diagnose: Karies und Zahnstein
- Softlaser
- Photoaktivierte Dekontamination
- Blutstillung und Koagulation
- Bleaching

ANWENDUNGEN MIT HOHER LASERENERGIE

- Keimreduktion
- Abtrag von Weichgewebe (schneiden)
- Abtrag von Zahnschmelz
- Abtrag von Dentin
- Abtrag von Knochen
- Depigmentierung von Melanin und anderen endogenen Pigmenten

Für die hier beschriebenen Anwendungsgebiete, einzeln oder kombiniert, eignet sich der klinische Einsatz von Lasern mit erweiterten und neuen Techniken als Ergänzung und Erweiterung zu konventionellen Behandlungsmethoden.

| LASER KLASSE    | AKTIVES MEDIUM                                      | ABKÜR-ZUNG      | WELLEN-LÄNGE [NM]  | KLINISCHE ANWENDUNGEN                                                                                                                         | HERSTELLER                                                                 |
|-----------------|-----------------------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Gaslaser        | Kohlendioxid                                        | CO <sub>2</sub> | 10.600             | Weichgewebe: Inzisionen und Ablationen, subgingivale Kürettagen                                                                               | Deka Lumenis                                                               |
| Diodenlaser     | Indium-Gallium-Arsenit-Phosphit (Ga-Al-As)          | Diode           | 655, 810, 940, 980 | Keimreduktion, Karies- und Zahnsteindetektion. Weichgewebe: Inzisionen und Ablationen, subgingivale Kürettagen                                | Biolase<br>el maxxion<br>Hoya ConBio<br>KaVo<br>Ivoclar Vivadent<br>Sirona |
| Festkörperlaser | Neodym-dotiertes Yttrium-Aluminium-Granat           | Nd:YAG          | 1.064              | Keimreduktion, Weichgewebe: Inzisionen und Ablationen, subgingivale Kürettagen.                                                               | Deka<br>Fotona<br>Periolase                                                |
| Festkörperlaser | Erbium-dotiertes Yttrium-Aluminium-Granat           | Er:YAG          | 2.940              | Keimreduktion, Weichgewebe: Inzisionen und Ablationen, subgingivale Kürettagen. Scaling und Wurzelreinigung. Hartgewebearbeitung und -abtrag. | Deka<br>el maxxion<br>Fotona<br>Hoya ConBio<br>KaVo<br>Lumenis<br>Syneron  |
| Festkörperlaser | Erbium-Chrom-dotiertes Yttrium-Selen-Gallium-Granat | Er,Cr:YSGG      | 2.780              | Keimreduktion, Weichgewebe: Inzisionen und Ablationen, subgingivale Kürettagen. Scaling und Wurzelreinigung. Hartgewebearbeitung und -abtrag. | Biolase                                                                    |

Aktuelle Laser-Wellenlängen in der Zahnheilkunde

Anmerkung des Herausgebers

Die hier vorgestellten histologischen Erkenntnisse sind das Ergebnis der Forschungsarbeit von Dr. Dr. Neckel aus Bad Neustadt. Die meisten Hersteller von Dentallasern folgten bis dahin der Annahme, dass der Laserbetrieb bei geringer Leistung im kontinuierlichen Modus (CW-Mode) weniger Gewebeschäden hervorruft als der Einsatz von höheren Leistungen. Aufgrund des hier gewonnenen genauen Verständnisses der verschiedenen Laser-Betriebsarten ist es jedoch definitiv bewiesen – und zwar durch die Arbeiten von Dr. Dr. Neckel – dass dies so nicht richtig ist. Er präsentierte als Erster die Resultate seiner Vergleichsstudie „CW-Modus versus gepulstem Modus von AlGaAs-Diodenlasern“ auf dem SPIE-Kongress im Jahre 2001.

Interessanterweise ist der Herausgeber dieses Leitfadens, Dr. Michael Swick aus Allison Park, USA – also einen Ozean weit entfernt von Dr. Dr. Neckel in Deutschland – zu den gleichen Schlussfolgerungen gekommen wie sein deutscher Kollege, und das etwa zum gleichen Zeitpunkt. Aufgrund der Nichtverfügbarkeit von gepulsten Diodenlasern in den USA erforschte er die Auswirkungen von längeren Pulsen auf das Gewebe unter Verwendung von Wasser zur Kühlung, um thermische Schäden zu reduzieren. Siehe hierzu: „A Char-Free-Technique for the Ceralas D15 Diode Laser“, Wavelengths 2000;8(4):20 und „A Comparative Study of two Intraoral Laser Techniques“, SPIE, Progress in Biomedical Optics and Imaging in Dentistry IX, Vol.4, No.2, ISSN 1605-7422 p. 11-17.

Nach dem Kenntnisstand des Herausgebers waren diese beiden praktischen Zahnärzte die einzigen Anwender und Forscher, die zu dieser Zeit Diodenlaser mit hohen Strahlenergien einsetzten.

# KLINISCHER LEITFADEN

## 1. Chirurgie

**CHIRURGISCHE EINGRIFFE MIT DEM DIODENLASER SIND OFT BLUTUNGSFREI UND SCHMERZARM. SIE BIETEN SOWOHL FÜR DEN ZAHNARZT ALS AUCH FÜR DEN PATIENTEN SEHR WÜNSCHENSWERTE EIGENSCHAFTEN.**

Wichtige Grundregeln und Hinweise:

1. Verwenden Sie immer die richtige Schutzbrille. Die entsprechende Wellenlänge und optische Dichte sind auf der Brille vermerkt. Die jeweils richtigen Schutzbrillen sind bei elexxion AG erhältlich.
2. Arbeiten Sie immer mit Absaugung.
3. Wenn möglich, halten Sie das zu behandelnde Gewebe während des chirurgischen Eingriffes immer unter Spannung.
4. Die Geschwindigkeit der Handführung hängt von der mittleren Leistung, der Pulsdauer und dem Pausenintervall ab.
5. Ein ständiges Hin und Her der Handführung sorgt für eine Konstanz der Bewegung.
6. In den meisten Fällen sind Fäden und Gingivaverbände nicht erforderlich, oft sogar kontraindiziert.
7. Die Faser sollte immer in leichtem Kontakt zum Gewebe und in einem Winkel von 90° gehalten werden, da die Energie divergiert, sobald sie aus der Faserspitze austritt. Ausnahme: Hämangiom.
8. Koaguliertes Gewebe (denaturiertes Protein) sammelt sich an der Faserspitze an; dieses sollte regelmäßig mit feuchter Gaze entfernt werden. Alkoholgaze sollte nicht verwendet werden, da dies zu Verbrennungen führen kann.
9. Nach allen chirurgischen Eingriffen sollte eine Softlaser-Therapie durchgeführt werden. Verwenden Sie hierzu die entsprechenden Therapieprogramme und den Therapie-Glasstab.

### Wahl der Glasfaser

1. Der Durchmesser der Faser ist ein wichtiger Faktor, der bei der Laserchirurgie in Betracht gezogen werden muss. Der Faserdurchmesser beeinflusst die Leistungsdichte des Strahls an der Faserspitze.
2. Die Leistungsdichte ist die pro Flächeneinheit übertragene Strahlungsleistung des Laserstrahls.
3. Allgemeine Eigenschaften der Leistungsdichte:
  - Je dicker die Faser, umso geringer ist die Leistungsdichte; je dünner die Faser, um so höher ist die Leistungsdichte. So wird eine 200 µm-Faser eine höhere Leistungsdichte haben als eine 400 µm-Faser.
  - Höhere Leistungsdichten führen eher zu Gewebe-Verdampfungen als geringere Leistungsdichten.
  - Mit geringeren Leistungsdichten kann besser koaguliert werden als mit höheren Leistungsdichten.
4. Bei der Wahl der Faser ist es wichtig, daran zu denken, dass die Leistungsdichte umgekehrt proportional zum Quadrat des Durchmessers des auf dem Gewebe erzeugten Lichtpunktes ist. Wenn man also den Durchmesser des Lichtpunktes halbiert, erhöht man die Leistungsdichte an dieser Stelle um den Faktor vier und umgekehrt!



Allgemeine Informationen über die Verwendung von digital mikropulsten Hochleistungslasern

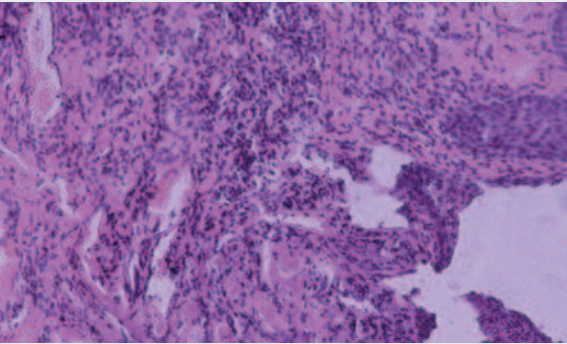
Vergleich zwischen einem gepulsten Diodenlaser geringer Leistung mit einem digital mikropulsten Hochleistungslaser, histologische Befunde von Dr. Dr. Claus Neckel

Materialen und Methoden

- **Laser von ORALIA:**
  - GaAlAs-Diodenlaser, Wellenlänge 810 nm
  - Maximale Leistungsabgabe 20 W
  - kontinuierlicher Mode (CW) und gepulster Mode bis 10.000 Hz
  - Pulsanteil von 100 % bis 10 %
- **Klinische Parameter für ORALIA:**
  - Gruppe I: 1,5 W/CW-Mode/100 % Emission/400 µm-Faser
  - Gruppe II: 5 W/gepulst/50 % Emission/400 µm-Faser
  - Gruppe III: 20 W/gepulst/33 % Emission/400 µm-Faser
  - Gruppe IV: 1,5 W/gepulst/10 % Emission/400 µm-Faser
- **elexxion claros:**
  - GaAlAs-Diodenlaser, Wellenlänge 810 nm
  - Maximale Leistungsabgabe 30 W
  - kontinuierlicher Mode (CW) und digital mikropulster Mode bis 20.000 Hz
  - variable Pulsdauer
- **Klinische Parameter für elexxion claros:**
  - Gruppe V: 30 W/mikropulst/18% Emission/20.000 Hz/9 µs Pulsbreite/400 µm-Faser
  - Gruppe VI: 25 W/mikropulst/20% Emission/20.000 Hz/10 µs Pulsbreite/400 µm-Faser

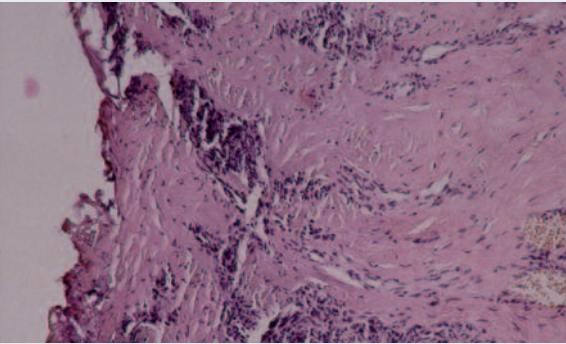
Histologische Befunde

**Gruppe I:** 1,5 W/CW-Mode/100% Emission/  
mittlere Leistungsabgabe 1,5 W



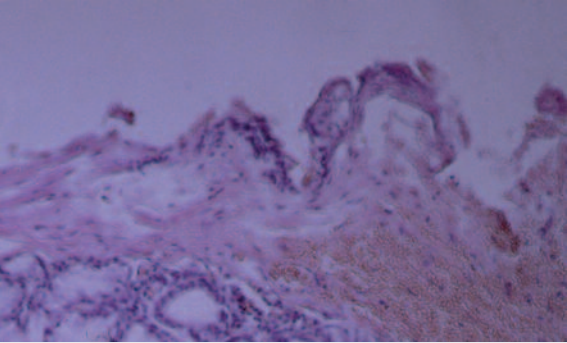
Die thermisch geschädigte Region reicht bis 125 µm tief. Dehydrierung und Denaturierung von Protein sind deutlich sichtbar. Bei den tiefer liegenden thermischen Schäden tritt Karbonisierung auf.

**Gruppe II:** 5 W/gepulst 10.000 Hz/50%  
Emission/mittlere Leistungsabgabe 1,5 W



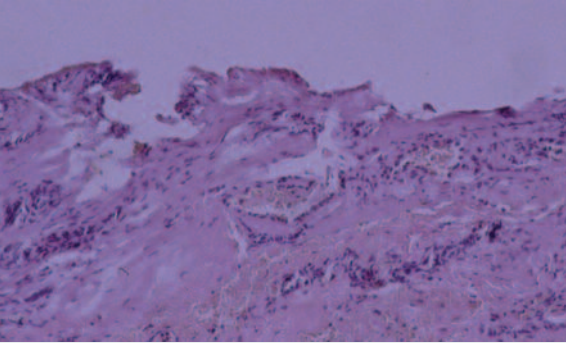
Alle thermischen Effekte sind hier viel drastischer als in Gruppe I. Die unterschiedliche räumliche Ausdehnung der Karbonisierung führt hier zu einer unregelmäßigen Tiefenverteilung der Schäden zwischen 125 µm und 800 µm.

**Gruppe III:** 20 W/gepulst/33 % Emission/  
mittlere Leistungsabgabe 6,7 W



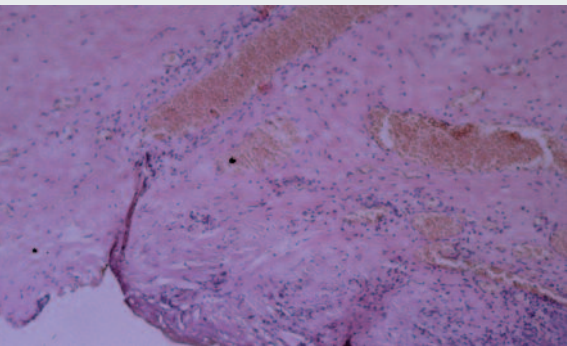
Thermische Schäden in einer Tiefe von 45 bis 65 µm, ziemlich gleichmäßig verteilt. Wenig Karbonisierung.

**Gruppe IV:** 20 W/gepulst/10 % Emission/  
mittlere Leistungsabgabe 2,0 W



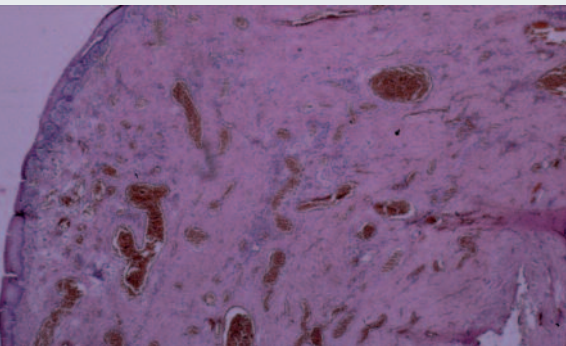
Thermische Schäden zwischen 35 und 50 µm. Keine sichtbare Karbonisierung.

**Gruppe V:** 30 W/mikropulst 20.000 Hz/18 %  
Emission/9 µs Pulsbreite/mittlere  
Leistungsabgabe 5,4 W



Thermische Schäden zwischen 15 und 25 µm. Keine sichtbare Karbonisierung.

**Gruppe VI:** 25 W / mikropulst 20.000 Hz / 20 %  
Emission / 10 µs Pulsbreite / mittlere  
Leistungsabgabe 5,0 W



Thermische Schäden zwischen 20 und 35 µm. Keine sichtbare Karbonisierung.

## Zur Beachtung:

Da es mehrere Lasermodelle bei elexxion AG gibt, entnehmen Sie bitte die richtigen Einstellungen bzw. Programme für Ihren Laser den Tabellen im Anhang an diesen Leitfaden.

### CHIRURGIE

#### 1. Allgemeine Chirurgie

- Indikationen: Dies ist das Hochleistungsprogramm; der Laser arbeitet auf seiner höchsten Leistungsstufe. Diese Einstellung sollte nur von sehr erfahrenen Laserchirurgen gewählt werden.
- Laserparameter: Programm **Chirurgie allgemein**, verwenden Sie eine Faser von 400 µm oder 600 µm.
- Technik: Eine schnelle Bewegung der Faser ist erforderlich. Überwachen Sie sorgfältig die Auswirkungen des Laserstrahls auf das Gewebe. Starke Karbonisierung oder Ausbleichen des Gewebes sollte nicht auftreten.

#### 2. Abszesse

- Indikationen: periapikaler oder parodontaler Abszess.
- Laserparameter: Programm **Abszesse eröffnen**, 200 µm-Faser.
- Technik: Verwenden Sie das Chirurgie-Handstück mit der 200 µm-Faser. Führen Sie die Faser bei aktivem Laser (!) in den Abszess bis zur maximalen Tiefe ein. Nach 4–5 Sekunden sollten alle Keime eliminiert worden sein und der Abszess wird sich in den kommenden Tagen auflösen. Darüber hinaus können Sie nach der Inzision das Softlaser-Programm **Dolor post** anwenden, um den Heilungsprozess zu verbessern.
- Alternative Technik: öffnen und absaugen. Verwenden Sie eine kleine Menge Lokalanästhetikum. Öffnen Sie den Abszess unter Verwendung des Programms **Lappenoperationen** und saugen mit chirurgischer Absaugung ab. Bestrahlen Sie das Innere des Abszesses mit der Einstellung **Keimreduktion allgemein**.

Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA.



#### 3. Aphthen

- Indikationen: Aphthen an der Wange oder Zunge.
- Laserparameter: Einstellung **Aphthen**, Glasstab.
- Technik: Sie können die Geschwüre mit dem Softlaser (s.u.) oder Chirurgieprogramm behandeln. Wenn Sie das Chirurgieprogramm wählen, verwenden Sie eine geringe Menge Anästhetikum. Nehmen Sie das Chirurgie-Handstück und führen gitterförmige Bewegungen mit einem Abstand von ungefähr 1 mm über dem Gewebe durch. Nach der Behandlung können Sie das Wohlbefinden des Patienten steigern, indem Sie das Programm **dolor post** verwenden. Nehmen Sie hierzu den Glasstab und arbeiten Sie unter Kontakt.

#### 4. Blutstillung

- Indikationen: Blutungen nach chirurgischen Eingriffen.
- Laserparameter: Programm **Blutstillungen** oder **Keimreduktion der Taschen**.
- Technik: Um die Blutung zu stillen, verwenden Sie das Chirurgie-Handstück mit einer 600 µm Faser. Aktivieren Sie den Laser und halten Sie einen Abstand von etwa 2 mm, bis die Blutung zum Stillstand kommt. Sie können es auch mit folgender Technik versuchen: Spülen Sie das Blutungsgebiet, um die genaue Herkunft der Blutung (Blutungspunkte) zu lokalisieren. Halten Sie den Laser unter einem 90°-Winkel und bestrahlen die Blutungspunkte mit 1 Watt CW (Keimreduktion der Taschen) bis die Blutung zum Stillstand kommt. Mit dieser Technik können Sie eine schnelle Blutstillung erreichen.

#### 5. Kürettage

- Indikationen: Behandlung fortgeschrittener Parodontitis (6-10 mm Taschentiefe).
- Laserparameter: Programm **Kürettagen**, 300 µm-Faser (alternativ 400 µm).
- Technik: Beginnend am Boden der Tasche, vollziehen Sie eine wischende Hin-und-Her-Bewegung bis zum Zahnfleischrand und entfernen Sie so das intrasulculäre Epithel. Die Größe der Faser bestimmt dabei die Breite des Gewebeabtrags. Danach folgt die vollständige Wurzelreinigung – bei offenen Taschen – mittels der üblichen Scaling- und Glättungstechniken unter Verwendung geeigneter Hand- und Ultraschall-Instrumente. Die anschließende Wurzelglättung, Koagulation und abschließende Keimreduktion wird durch Wiederholen der Kürettage-Bewegung in der Einstellung **Keimreduktion allgemein** durchgeführt. Deepithelisierung der Tasche innen und außen in der Einstellung **Chirurgie**.





**6. Epuliden**

- Indikationen: Epulis fissurata aller Biotypen, von granulomatös bis fibrös, und Riesenzellen.
- Laserparameter: Programm **Epuliden**, 400 µm- oder 600 µm-Faser.
- Technik: Verwenden Sie das Chirurgie-Handstück. Mit einer Gewebezange halten Sie das zu entfernende Gewebe unter Spannung. Aktivieren Sie den Laser und schneiden Sie das Gewebe unter Spannung. Senden Sie Gewebeproben zum Pathologen.

**7. Fibrome**

- Indikationen: Fibrome auf Zunge, Lippe, Wange und Zahnfleisch.
- Laser-Parameter: Programm **Fibrome**, 400 oder 600 µm-Faser.
- Technik: Setzen Sie das Fibrom mit einer Gewebezange unter Spannung und schneiden Sie die Läsion heraus, indem Sie die Faser parallel zur Wangenoberfläche führen. Eine Naht oder irgend eine andere Art von Verband oder Wundversorgung ist nicht erforderlich. Nach der Behandlung behandeln Sie die Wunde mit dem Softlaser-Therapie Programm: **Dolor post** unter Verwendung des Glasstabs.

Zwei Fallbeispiele von Dr. Michel Vock, Schweiz

**Fall 1**

Fibrom



Schnittführung mit 600 µm-Faser



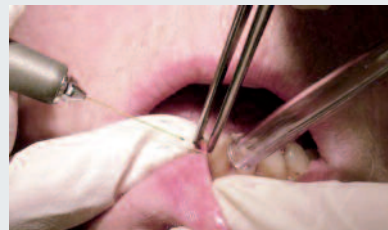
4 Tage post OP



30 Tage post OP

**Fall 2**

Fibrom vor OP



Exzision mit 600 µm-Faser



Post OP

**8. Frenektomien**

- Indikationen: Frenektomie (labial und lingual) zur Entlastung hoher Muskelspannung.
- Laser-Parameter: Programm **Frenektomien**, 400 µm-Faser.
- Technik: Es kann normale Anästhesie eingesetzt werden. Fäden und Verbände sind im Allgemeinen nicht erforderlich. Nach dem Eingriff sollte man das Softlaser-Programm **Dolor post** benutzen, um den Heilungsprozess zu fördern und die postoperativen Schmerzen zu lindern.
  - Labiales Frenulum: Achtung, beachten und meiden Sie den Nervus mentalis in der prämolaren Unterkieferregion! Setzen Sie das Frenulum unter Spannung, indem Sie an der Lippe ziehen. Führen Sie den Laser mit der Faser parallel zum Alveolarkamm. Vertiefen Sie die Inzision, bis die Muskelspannung nachlässt.
  - Linguales Frenulum: Wichtig: Bevor Sie diesen Eingriff versuchen, stellen Sie sicher, dass Sie mit der sublingualen Anatomie vollständig vertraut sind. Vermeiden Sie empfindliche Strukturen. Sie können einen Blutstiller verwenden, um die Behandlung zu unterstützen. Die Schnittführung sollte parallel zur Zunge und zum Mundboden erfolgen.



Frenulum vor OP



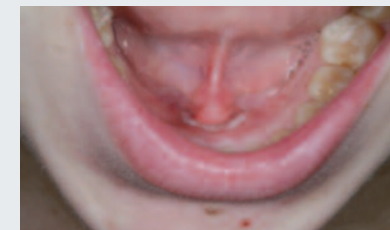
Schnitt mit 600 µm-Faser



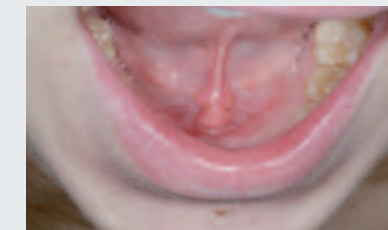
Schnitt mit 600 µm-Faser



Situation unmittelbar nach dem Eingriff



Vier Tage später



Sieben Tage später



Vier Wochen später



9. Gingivektomien vor Abdruck oder CAD/CAM-Aufnahme

- a. Indikationen: Entfernung von überschüssigem Gewebe vor Abdrucknahme bei Kronen. Kosmetische Zahnfleischformungen.
- b. Laserparameter: Programm **Gingivektomien vor Abdruck**, 300 µm-, 400 µm- oder 600 µm-Faser.
- c. Technik: Entfernen Sie das überschüssige Gewebe, wie nach Vorbeurteilung von Knochen und PA-Sondierung vorgesehen. Sie können entweder mit einer schneidenden Technik (wie mit einer Klinge) oder auch mit einer Abrasionstechnik arbeiten (Entfernen des Gewebes wie mit einem Radiergummi).

Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA.



Situation vor OP



Situation unmittelbar nach dem Eingriff



Situation unmittelbar nach dem Eingriff



Drei Wochen später

Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA.



Situation vor Behandlung



Gewebeentfernung vor Wurzelbehandlung



Kofferdam legen



Wurzelbehandlung und Aufbau abgeschlossen



Weitere Gewebeentfernung am 2. Molaren



Gewebeentfernung am 1. Molaren



Situation unmittelbar nach der Behandlung



**10. Granulome**

- Indikationen: entfernungsbedürftiges, granulomatöses Gewebe.
- Laserparameter: Programm **Granulome**, 400 µm-Faser.
- Technik: Wie schon weiter oben bei den Fibromen beschrieben, setzen Sie das Granulom unter Spannung und exzisieren Sie parallel zur Wange oder zum Zahnfleischgewebe. Fäden sind nicht erforderlich.

**11. Hämangiome**

- Indikationen: Hämangiome an Lippe, Wange oder Zunge.
- Laserparameter: Programm **Hämangiome**, 400 µm- oder 600 µm-Faser.
- Technik: Fallbeispiel von Dr. Kenneth Luk, Hongkong.
  - Eine 25-jährige Patientin chinesischer Abstammung klagte über einen auffälligen dunkelroten Fleck auf ihrer Unterlippe. Ihr Hausarzt hatte bereits ein Hämangiom diagnostiziert. Keine Behandlung konnte ihr helfen. Durch dieses ästhetische Problem war sie sehr frustriert. Das einzige Hilfsmittel war für sie ein dunkler Lippenstift. Dieser konnte jedoch auch nicht den gesamten Bereich abdecken. Die Patientin wurde über den Ablauf der Behandlung informiert und stimmte zu.
  - Ablauf: Der Laser vom Typ elexxion claros DPL (810 nm) wurde auf 30 W, 20.000 Hz und 16 µs eingestellt. Eine 600 µm-Faser wurde im rechten Winkel zum pigmentierten Gewebe gehalten. Nach Verabreichung eines Lokalanästhetikums wurde das pigmentierte Gewebe unter konstanter Bewegung (ohne Kontakt) bestrahlt und dabei mit Luft gekühlt (Multifunktionsspritze). Nach acht Sekunden war die Behandlung abgeschlossen.
  - Ergebnis: es konnte ein sofortiges Verschwinden von Pigmenten beobachtet werden. Unter der Hautoberfläche wurde Koagulation festgestellt. Der Gewebeabtrag an der Schleimhaut-Oberfläche war minimal. Zwei Tage nach dem Eingriff zeigte sich auf dem Behandlungsgebiet neue Haut (die Patientin berichtete von der Bildung einer Fibrinschicht einen Tag zuvor). Zwei Wochen nach dem Eingriff war der Heilungsprozess abgeschlossen; es waren allerdings immer noch einige dunkelrote Pigmente sichtbar. Bei der Wiedervorstellung der Patientin nach drei Monaten waren alle dunkelroten Pigmente von der Unterlippe verschwunden.
  - Schlussfolgerung: Der Einsatz eines digital-gepulsten Lasers bei der Entfernung des Hämangioms war ausgesprochen effektiv. Die Ästhetik wurde verbessert. Es war nicht mehr erforderlich, den Bereich durch einen dunklen Lippenstift abzudecken. Die Patientin bevorzugt heute ihre natürliche Lippenfarbe. Ihr Selbstvertrauen und ihre Lebensqualität sind erheblich gestiegen.

Fallbeispiel 1



Situation vor OP



Situation unmittelbar nach dem Eingriff



2 Tage post OP



2 Wochen post OP

Fallbeispiel 2 von Dr. Kenneth Luke, Hongkong



Fünf Tage post OP

**12. Entfernung von Hyperplasien**

- Indikationen: Entfernung aller Arten von hyperplastischem Gewebe.
- Laserparameter: Programm **Hyperplasien**, 400 µm- oder 600 µm-Faser.
- Technik: Anästhesie ist erforderlich. Je nach Art der Hyperplasie kann man das Gewebe mit einer schneidenden Bewegung unter Spannung entfernen (unter Verwendung einer Gewebezange) oder aber mit einer gitterförmigen Bewegung in einem 90°-Winkel. Nähte oder Wundverbände sind nicht erforderlich.

**13. Keimreduktion**

- Indikationen: überall dort, wo eine Reduktion von Keimen angezeigt ist.
- Laserparameter: Programm **Keimreduktionen allgemein**, 200 µm- oder 300 µm-Faser.
- Technik: Bestrahlen Sie das zu dekontaminierende Gewebe in einem Einfallswinkel von 90°. Führen Sie die Faser 5-10 Sekunden lang gitterförmig über das gesamte Gebiet und achten Sie darauf, das Gewebe nicht zu überhitzen.

**14. Lappenoperationen**

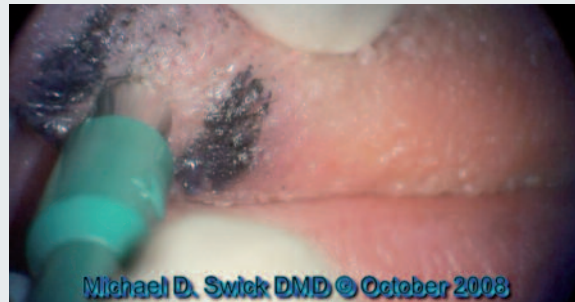
- Indikationen: alle Behandlungen, die eine blutungsfreie Tasche erfordern.
- Laserparameter: Programm **Lappenoperationen**
- Technik: Die ersten 2 mm sollte man mit der 200 µm-Faser schneiden. Die restliche Tiefe kann dann mit einer 300 µm-Faser geschnitten werden. Zur Verbesserung der Wundheilung können die Wundränder mit einem Skalpell oder besser noch mit einem Er:YAG-Laser aufgefrischt werden.



### 15. Biopsien

- Indikationen: jede Gewebeentnahme für pathologische Befundungen
- Laserparameter: Programm **Probebiopsien**, 300 µm- oder 400 µm-Faser.
- Technik: Unter Verwendung einer Gewebezange setzen Sie das zu entnehmende Gewebe unter Spannung. Entfernen Sie es unter Wasserkühlung, um Schäden an der Probe zu minimieren. Gewebekarbonisierungen und -ausbleichungen müssen vermieden werden.

Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA.



Stanzbiopsie



Stanzung abgeschlossen



Fadenlegung an Probe



Entnahme mit Laser



Probe entnommen und in Probenbehälter deponiert



Laserkoagulation



Fortsetzen der Koagulation



Gebiet koaguliert

### 16. Retentionszysten

- Indikationen: alle Formen von retentiertem Zystengewebe.
- Laserparameter: Programm **Retentionszysten**, 300 µm- oder 400 µm-Faser.
- Technik: Arbeiten Sie mit einer Kombination aus Laserstrahl und mechanischer Kürettage. Entfernen Sie die Zyste möglichst, ohne sie zu beschädigen.

### 17. Freilegen teilretinierter Zähne

- Indikationen: Freilegen retinierter Zähne für Extraktion oder kieferorthopädische Vorrichtungen.
- Laserparameter: Programm **retinierte Zähne freilegen**, 300 µm- oder 400 µm-Faser.
- Technik: Führen Sie den Laserstrahl mit einer skalpellartigen Bewegung und legen Sie den Zahn frei, damit Sie für die Extraktion einen Zugang oder auch Platz für eine kieferorthopädische Vorrichtung haben.

Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA.



Für kieferorthopädische Behandlung freizulegender Molar



Inzision



Entfernung des Gewebes



Vollständige Freilegung ohne Blutungen

### 18. Schlotterkämme

- Indikationen: Entfernung von überschüssigem Gewebe (prä-prothetische Chirurgie)
- Laserparameter: Programm **Schlotterkämme** und 300 µm- oder 400 µm-Faser.
- Technik: Unter Verwendung einer Gewebezange setzen Sie das Gewebe unter Spannung und entfernen es wie erforderlich.



## 19. Sickerblutungen

- Indikationen: Bereiche anhaltender Blutungen.
- Laserparameter: Programm **Sickerblutungen**, 600 µm-Faser.
- Technik: Bestrahlen Sie den Bereich der Blutung mit einem Abstand von 2 mm, bis sich eine Art Schorf bildet, der die Blutung stoppt. Alternative Technik: Spülen Sie das fragliche Gebiet und lokalisieren Sie die Blutungspunkte. Wiederholen Sie das Spülen und richten Sie den Laserstrahl darauf, bis die Blutungspunkte versiegt sind.

Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA.



Blutungsgebiet



Spülen und präzise Koagulation



Fortsetzen von Spülung und Koagulation



Koagulation abgeschlossen

## 20. Sulcus-Präparation

- Indikationen: Sulcus-Präparationen für Kronenabdrücke oder für CAD/CAM-Kronen-Aufnahmen.
- Laserparameter: Programm **Sulcus-Präparationen** oder – falls die hier voreingestellte Leistung dem Behandler zu hoch erscheint – ein geeignetes Programm mit geringerer mittlerer Leistung (zum Beispiel **Implantate freilegen**).
- Technik: Bewegen Sie die Faser sorgfältig parallel zur Zahnoberfläche, entfernen Sie das intrasulculäre Epithel und schaffen Sie einen sauberen Präparationsrand für den Abdruck beziehungsweise für die CAD/CAM-Aufnahme.

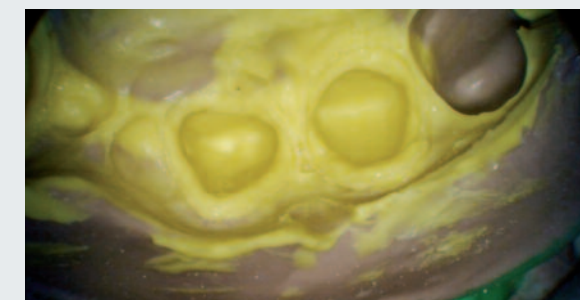
Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA.



Erstellung einer Frontzahnbrücke



Sulcus-Präparation abgeschlossen



Abdrucknahme



Einsetzen der Brücke



**21. Verrucae**

- Indikationen: Entfernung aller Warzen sowie warzenähnlicher und papillomatöser Läsionen.
- Laserparameter: Programm **Verrucae** mit einer 300 µm- oder 400 µm-Faser.
- Technik: Wie bei den Fibromen nehmen Sie mit Hilfe einer Gewebezange die Warze unter Spannung und schneiden. Für diese Art von Läsionen kann eine tiefere Schnittführung erforderlich sein.

Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA.



Die Warze wird mit einer Gewebezange unter Spannung gehalten



Inzision mit Laser



Läsion entfernt



Koagulation aller verbleibenden Teile der Läsion



Behandlung abgeschlossen

**22. Vestibulum-plastiken**

- Indikationen: schlecht sitzender Zahnersatz aufgrund störender hoch sitzender Lippen- und Wangenbänder.
- Laserparameter: Programm **Vestibulum-Plastiken**, 400 oder 600 µm-Faser.
- Technik: ziehen Sie die Lippe und/oder die Wange weg, um das Gewebe unter Spannung zu setzen. Kappen Sie die Faserzüge bis hinunter zum Periost, möglichst parallel zum Kieferkamm, sonst mögliche Knochenschädigungen. Geben Sie nicht übermäßig viel Energie in den Knochen. Nähte sind meistens nicht erforderlich. Setzen Sie den Zahnersatz wieder ein, verwenden Sie dabei möglichst eine weiche zusätzliche Unterfütterung und instruieren Sie den Patienten, den Zahnersatz ständig zu tragen und nur zum Säubern herauszunehmen.

Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA



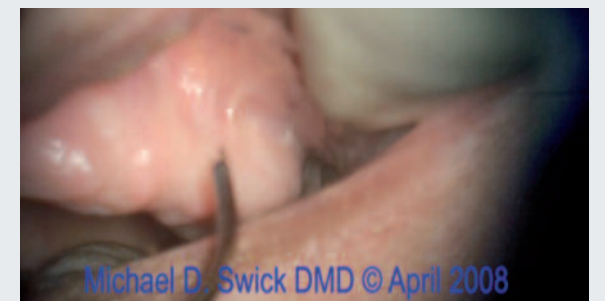
Michael D. Swick DMD © April 2008



Michael D. Swick DMD © April 2008



Michael D. Swick DMD © April 2008



Michael D. Swick DMD © April 2008



Michael D. Swick DMD © April 2008

**23. WURZELSPITZEN-RESEKTIONEN**

- Indikationen: letzte Konsequenz bei erfolglosen Wurzelkanalbehandlungen (WKB).
- Laserparameter: Programm **Wurzelspitzen-Resektionen**, 300 oder 400 µm-Faser.
- Technik: nach dem Freilegen der Läsion kann das Granulations-Gewebe mittels einer Kombination von Laser und Kürette entfernt werden. Nach der Resektion der apicalen Wurzel kann das Gebiet dekontaminiert werden, unter Verwendung des Laser-Programms **Keimreduktionen retrograd**.



## 2. Parodontologie

Die Wellenlängen von Diodenlasern haben eine wünschenswerte Eigenschaft: sie vernichten Bakterien mit einer Dekontaminationsrate von 99,9 %. Damit sind sie für eine parodontale Therapie hervorragend geeignet.

### 1. Taschenbehandlung

- Indikationen: parodontitisbedingte Schmerzen
- Laserparameter: Programm **Beruhigung der Taschen**, Glasstab.
- Technik: Bestrahlen Sie das schmerzhafteste Gebiet für einige Minuten, bis der Schmerz gelöst ist.

### 2. Gingivektomie, extern

- Indikationen: überschüssiges Zahnfleisch. Ausreichend viel Bindegewebe und biologische Breite sind erforderlich.
- Laserparameter: Programm **Gingivektomien extern**, 400 oder 600 µm-Faser.
- Technik: Richten Sie die Faser in einem 45°-Winkel zur Längsachse des Zahnes aus. Folgen Sie der anatomischen Grenze des Zahnfleisches und entfernen Sie die gewünschte Menge an Zahnfleisch. Verwenden Sie einen 90° Winkel, wenn Sie eine Abschrägung des marginalen Randes erzielen möchten.

Fallbeispiel freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA



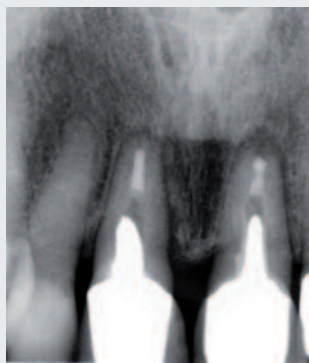
### 3. Gingivektomien, intern

- Indikationen: Geschwollene Gingiva, ausgeprägte Taschentiefen, die konservativ nicht behandelt werden können.
- Laserparameter: Programm **Gingivektomien intern**, Fasern 300, 400 oder 600 µm.
- Technik: Mit einer schnellen Bewegung führen Sie eine interne Spaltinzision durch und entfernen das intrasulculäre Epithel bis 2 mm über den äußeren Zahnfleischrand hinaus.

#### 4. Keimreduktion

- Indikationen: Mittlere bis fortgeschrittene Parodontitis, begleitet von Blutungen und/oder Knochenabbau.
- Laserparameter: **Programm Keimreduktion allgemein**, 300 µm-Faser.
- Technik: Für diese Vorgehensweise gibt es mehrere gut funktionierende Techniken. Die Grundidee bei allen ist, das gesamte Areal der Tasche mit dem Laser zu bestrahlen und so die Bakterien zu vernichten. Einige Anwender beginnen am oberen Ende der Tasche und bewegen sich apikal in einer umlaufenden Bewegung bis in ein Gebiet circa 1 mm kurz über dem Taschengrund. Andere wiederum fangen auf dem Boden der Tasche an. Andere arbeiten vertikal mit einer Auf- und Ab-Bewegung. Allen Techniken gemeinsam ist, dass so lange gearbeitet wird, bis die gesamte Fläche bestrahlt wurde. Gesamtzeit in der Tasche liegt bei 15-30 Sekunden.

##### Fallbeispiel



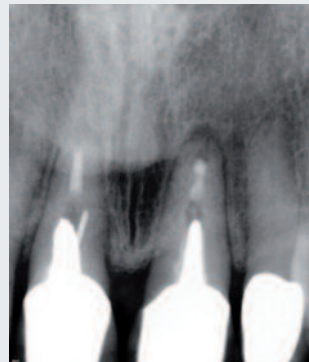
Röntgenaufnahme, 1. Tag



Taschentiefe 6 mm



Programm Keimreduktion der Taschen, 300 µm, 90°-Handstück



Röntgenaufnahme nach 3 Monaten

#### 5. Membranen dekontaminieren

- Indikationen: Jede Oberfläche, wo eine bakterielle Dekontamination erforderlich ist.
- Laserparameter: Programm **Membranen dekontaminieren**, 300 µm-Faser.
- Technik: Mit sich überlappenden Bewegungen bestrahlen Sie 2 Minuten lang die zu dekontaminierende Oberfläche aus einem Abstand von 3 mm. Achten Sie darauf, die Oberfläche nicht zu überhitzen. Das kontaminierte Gewebe sollte nicht koagulieren (weiß werden).

#### 6. Offene Kürettage

- Indikationen: Taschentiefen von mehr als 7 mm, wo ein Zugang zu den subgingivalen Konkrementen ermöglicht werden soll.
- Laserparameter: Je nach Größe des erforderlichen Zuganges kann eine 300-, 400- oder 600 µm-Faser verwendet werden. Je größer die Faser, umso größer der Zugang. Programm **offene Kürettage**.
- Technik: Beginnen Sie am Boden der Tasche und führen Sie die Faser mit einer umlaufenden Bewegung um den Zahn und vertiefen dabei allmählich die Tiefe der Inzision, bis der Zahnfleischrand erreicht ist. Eine kleine Sonde oder Hakensonde kann hilfreich bei der Beurteilung der Situation sein.

Fallbeispiel freundlichweise zur Verfügung gestellt von Michael D. Swick DMD, USA



#### 7. Taschen-Reduktionen

- Indikationen: Ausgeprägte Taschentiefen oder Hyperplasien.
- Laserparameter: Programm **Taschenreduktionen**, 300 µm-Faser, um die Gingiva zu entfernen.
- Technik: die Entfernung des Gewebes kann mit einer bleistiftartigen Bewegung parallel zur Zahnoberfläche oder auch senkrecht zur Oberfläche mit messerartiger Schnittführung erreicht werden.



## Kolumbus oder Parodontitistherapie mit 3000% mehr Leistung

### Kolumbus hat´s auch getan...

Manchmal muss man eben neue Wege beschreiten und Fragen stellen, die noch nie jemand zuvor gestellt hat.

In meinem Fall hieß das:

**Wie kann ich Parodontose-Patienten noch effektiver helfen?**

Antwort:

**Mit der 3000% Mehr–Therapie**

- Was ist das?
- Wie soll das gehen?
- Warum brauchen wir das?
- Was soll das?
- Ist das gefährlich?

Keine dieser Fragen wurde mir gestellt, als ich das in unserer Praxis entwickelte Konzept erstmals 2007 als Pilotprojekt auf der IDS vorstellte. Hier werde ich trotzdem diese nicht gestellten Fragen beantworten.

### Die Idee

Auf die Idee die Parodontitis auf andere Art zu therapieren kam ich bei einer Literaturrecherche zum Thema Laser. Im Yukna Report von 2003 wurde von der LANAP Methode berichtet. Diese Laser Assisted New Attachment Procedure versprach Regeneration statt Reparatur und das mit einem wirklich aufsehererregenden Studiendesign. Professor Yukna aus New Orleans in Louisiana hatte drei Patienten, die jeweils zwei einwurzelige Zähne mit Konkrementen für die Studie zur Verfügung stellten. Je ein Zahn wurde mit der LANAP Methode therapiert, der andere nach einem Standard Protokoll mit dem Nd-YAG-Laser.

Und jetzt kommt der Hammer. Das gibt es, glaube ich, nur in den USA. Nach monatlichen Recalls wurden bei diesen drei Patienten diese beiden Zähne im Knochenblock entfernt! Aua!

Das histologische Ergebnis zeigte bei zwei der drei LANAP Zähne neugebildeten Knochen und neues parodontales Ligament. Die Kontrollgruppe hatte nur ein langes funktionales Epithel zu bieten. Weder die Wurzeloberfläche, noch die Pulpa zeigten histologische Veränderungen.

Soweit, so gut, wer mich kennt, weiß, dass ich als Allgemeinzahnarzt ein Diodenlaserfan bin. Der einzige Nd-YAG-Laser, der das LANAP Verfahren beherrscht und aufgrund von Patenten so ausführen darf, ist der Millenium Laser von dem unbestritten großartigen Erfinder und Laserpionier Dr. Robert H. Gregg DDS.

### Der Weg

Also analysierte ich die Faktoren, die anders waren als bei einem Standardlaserprotokoll und versuchte diese an die Arbeitsweise des Diodenlasers anzupassen. Dank der Unterstützung von elexxion gelang es, ein funktionierendes Protokoll für den claros mit 30 Watt und 20.000 Hz zu entwickeln.

Welches klinische Zeichen für die erfolgreiche Therapie erwarten wir aufgrund des YUKNA Reports?

Die Antwort lautet:

#### Blutung aus der therapierten Tasche.

Als Laseranwender wissen Sie sicher, wie trocken die therapierte Tasche nach einer normalen Lasertherapie ist. Manche Hersteller werben sogar damit, auch der Patient ist zufrieden, es blutet ja nicht mehr. Nur - ohne Blut keine Regeneration, keine Heilung, kein neuer Kochen. Jeder Zahnarzt kennt auf der einen Seite die Probleme der trockenen Alveole und auf der anderen Seite hatte schon Schulte mit der Eigenblutfüllung von Zysten dieses Konzept berücksichtigt.

### Die Fragen

#### •Wie erreichen wir das?

Superkurze Impulse mit sehr hohen Wattzahlen.

#### •Ist das für den Patienten ungefährlich?

Um diese Frage zu klären, ließen wir eine Pilotstudie von Prof. Dr. I. Krejci, Universität Genf, 2007 durchführen. Er kam zusammengefasst zu folgenden ersten Ergebnissen: Mit den empfohlenen getesteten Einstellungen ist eine Temperaturreduktion bis zu 20% im Vergleich zur Behandlung mit 1,11 Watt CW möglich. Es gibt keine signifikanten elektronenmikroskopischen Veränderungen an der Wurzel. Es gibt mit diesen Einstellungen keine Karbonisierung der Wurzeloberflächen. Natürlich sind noch weitere Studien notwendig und erwünscht.

#### •Warum brauchen wir das?

Das Ziel ist mehr Regeneration statt Reparatur.

#### •Wie geht das?

Mit eLAP-p, eine Entwicklung aus der Praxis für die Praxis

#### •Was ist eLAP-p?

Kurz geantwortet bedeutet elap-p folgendes:  
3000% mehr Leistung mit bis zu 20% weniger Wärmeentwicklung = eLAP-p ohne Karbonisierung oder Koagulation.



Folgendes Fallbeispiel kennt jeder Kollege aus seiner eigenen zahnärztlichen Praxis.

**Befund**

Die Patientin kommt Freitag Abend in die Praxis mit starken stechenden Schmerzen und hat die Nacht nicht geschlafen. Schmerzmittel helfen nur noch kurzfristig. Rötung und Blutung weisen offensichtlich auf ein akute parodontale Ursache hin.

**Eröffnen der Tasche**

Zunächst erfolgt nach Lokalanästhesie eine „klassische“ Grundreinigung mit Konkremententfernung entweder durch Instrumentierung mit Er:YAG-Laser oder wie hier gezeigt mit Ultraschall oder wenn bevorzugt natürlich auch Handinstrumenten.



Dadurch wird ein guter Zugang der Laserfaser zum Entzündungsgeschehen ermöglicht.

**eLAP-p, das erste Mal**

Mit dem Diodenlaser 810 nm mit 30 Watt, 5000 Hz und einer Pulsdauer von 10 µs erfolgt die Laserdekontamination, die mittlere an der 400 µm Faserspitze gemessene Ausgangsleistung beträgt 1,2 Watt.



Mit dem dem Paro-Handstück wird jede Zahnfläche rasterförmig für 5 Sekunden bearbeitet, also ca. 20 Sekunden pro Zahn.

Es kommt zu einer forcierten gewollten Blutung ohne Koagulation und Karbonisierung.

**Konkrement- und Toxinentfernung**

Es erfolgt eine erneute Instrumentierung mit Er:YAG-Laser oder Ultraschall oder Handinstrumenten zur Entfernung von Bakterientrümmern, Toxinen (Antigenen) und Konkrementen.

**eLAP-p, das zweite Mal**

Erneute Laserdekontamination mit dem Diodenlaser 810 nm mit 30 Watt, 5.000 Hz und einer Pulsdauer von 10 µs mit eine mittleren an der 400 µm Faserspitze gemessenen Ausgangsleistung von 1,2 Watt.



Mit dem dem Paro-Handstück wird jede Zahnfläche erneut rasterförmig für 5 Sekunden bearbeitet, also ca. 20 Sekunden pro Zahn.

Mit Knock-On-Effekt (wiederholte Laserdekontamination) gegen Bakterien und der gewollten forcierten Blutung ohne Karbonisierung oder Koagula-

tion zeigt sich der einzigartige und besondere Effekt der gepulsten 30 Watt im Gewebe mit hervorragender Heilungsprognose und minimalster Schädigung des gingivalen Gewebes, denn im Blut liegt alles was für eine Regeneration oder Reparatur der Gewebe notwendig ist.

**Wundverschluss**

Der Verschluss der Tasche erfolgt durch bidigitales Anpressen der Gingiva.

**Softlaser**

Mit 75 mW bei 8000 Hz und 9 µs für 2 Minuten wird zur Schmerzlinderung und Beschleunigung der Wundheilung eine Softlaserbehandlung abgeschlossen.

**Nachkontrolle nach 48 Stunden**

Am Montag um 8.30 Uhr stellt sich die Patientin vor und berichtet über sofortige Schmerzf়reiheit direkt nach der Behandlung. Sie konnte ohne Schmerzmittel oder Antibiotikum das Wochenende genießen und eine uneingeschränkte Nahrungsaufnahme war noch am Abend der Therapie möglich.

**Vergleich behandelte zur nicht therapierten Seite**

Bei Lockerungsgraden über I ist eine einfach Säure-Ätz- Composite Schienung notwendig. Frühkontakte, die zu unphysiologischen Belastungen führen, müssen gründlich entfernt werden.

Natürlich muss nach erfolgter Akuttherapie eine systematische Parodontaltherapie durchgeführt werden.

**Viel Erfolg beim Zahnerhalt!**

Dr. Darius Moghtader  
www.oppenheim-zahnarzt.de  
www.laser-zahn-arzt.de



### 3. Endodontie

Diodenlaser sind hervorragend für die Keimreduktion in Wurzelkanälen geeignet. Die Quote der Keimvernichtung ist bei einem Laser viel besser als bei allen anderen Methoden. Untersuchungen der Dentintubuli konnten bakterielle Kontaminationen bis in eine Tiefe von 1100 µm zeigen. Chemische Dekontamination reicht aber nur bis in eine Tiefe von 100 µm herunter. Das Laserlicht eines Diodenlaser dringt bis zu einer Tiefe von 1000 µm ein. Die keim- und bakterienreduzierende Wirkung liegt bei 500 µm.

#### 1. Keimreduktion im Kanal

- Indikationen: Alle Wurzelkanalbehandlungen.
- Laserparameter: Programm **Keimreduktion der Kanäle**, 200 µm-Faser.
- Technik: Öffnen Sie den Kanal auf mindestens ISO 30, spülen und trocknen Sie den Kanal mit einer sterilen Papierspitze. Markieren Sie die Länge des Kanals (gemessen bis 1 mm vor dem Apex) auf der Faser. Führen Sie die Faser bis zu dieser markierten Länge ein, aktivieren dann den Laser und ziehen Sie sie langsam mit einer rotierenden Bewegung wieder heraus. Cave: bei stark gekrümmten Kanälen besteht die Gefahr eines Faserbruchs.

Fallbeispiel von Dr. Leif Nordvall/Unident



Erstellung einer Frontzahnbrücke



Röntgenaufnahme



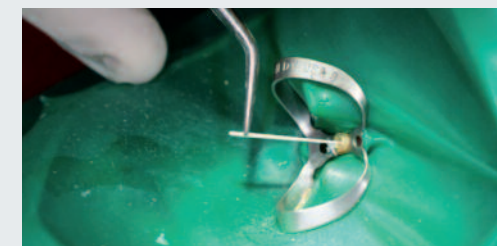
Öffnung auf min. ISO 30



Kontrolle des Kanals



Konditionierung der Oberfläche mit Er:YAG-Laser



Trocknung des Kanals mit Papierspitze



Längenmessung und Übertragen der Länge auf die Faser



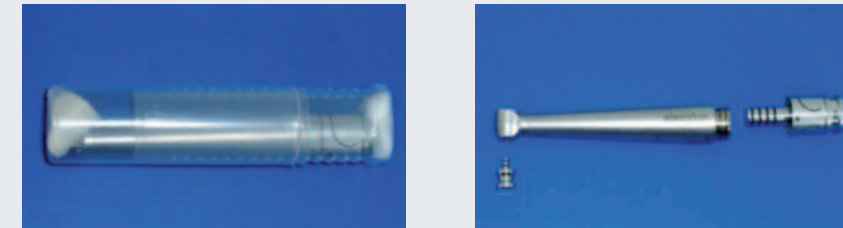
Führen Sie die Faser ein, bis Sie den Apex spüren, ziehen Sie sie 1 mm zurück, drücken den Fußschalter und aktivieren so den Laser, ziehen Sie die Faser in einer zirkulierenden Bewegung wieder aus dem Kanal.

## 4. Hartgewebe

Der Er:YAG-Laser stellt die Oberklasse der Laser für die Zahnheilkunde dar. Ihm haben wir es zu verdanken, dass der Traum von schmerzfreier, vibrationsfreier und minimal-invasiver Behandlung wahr geworden ist.

### ACHTUNG! WICHTIGE HINWEISE ZUR HANDHABUNG:

- Inbetriebnahme: nehmen Sie das Handstück aus dem Transport- und Aufbewahrungsbehälter und entfernen Sie die beiden Schutzkappen an den Enden.



- Entfernen Sie die Schutzkappe von der Kupplung am Ende der Glasfaserleitung.



- Stecken Sie das Handstück sehr vorsichtig auf die Kupplung.

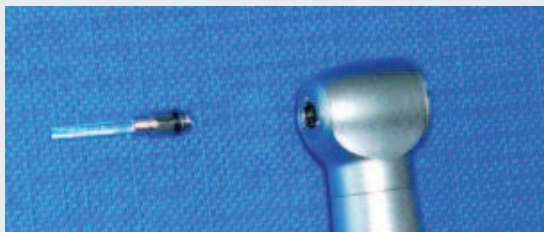


- Säubern Sie die Saphir-Spitze an beiden Enden mit Alkohol und einem weichen Tuch.

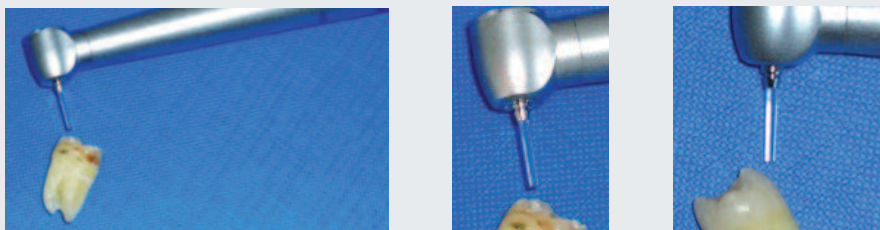




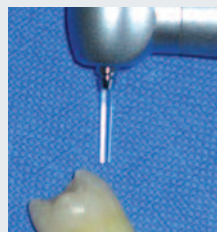
- Stecken Sie die Saphir-Spitze in das Handstück bis Sie einen Klick hören.



- Halten Sie beim Arbeiten mit der Saphir-Spitze einen Abstand zur Oberfläche von ungefähr 1 - 2 mm.



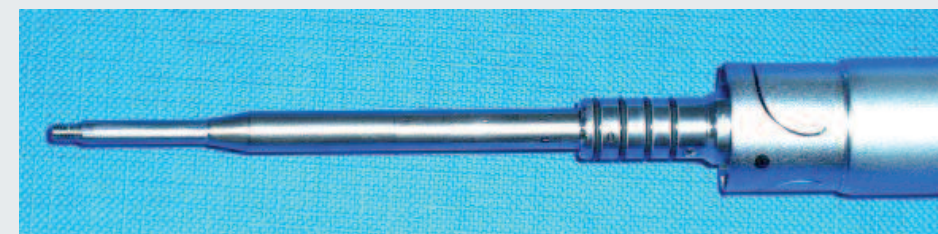
- Stellen Sie sicher, dass hinreichend viel Wasser zur Kühlung auf die Oberfläche gelangt. Wenn Sie schwarze Flecken auf der Oberfläche bekommen, ist es zu wenig Wasser!
- Halten Sie die Saphir-Spitze immer in Bewegung, verbleiben Sie nicht an einer bestimmten Stelle.
- Halten Sie die Saphir-Spitze in einem Winkel von 30-45° zur Oberfläche.



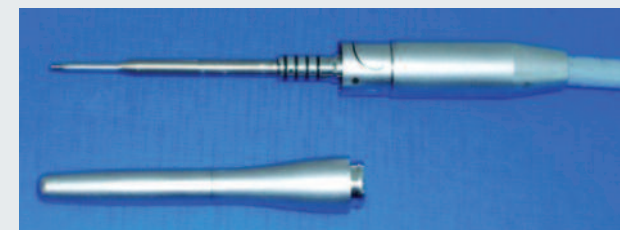
- Wenn Sie die Saphir-Spitze austauschen möchten, drücken Sie bitte als erstes **„STOP“** im Programm, danach können Sie noch circa 10 Sekunden lang das Luftgeräusch hören. Wenn die Luft stoppt, können Sie die Spitze wechseln. Achten Sie darauf, dass die Spitze nicht beschädigt wird und sauber bleibt.
- Sterilisation: Entfernen Sie vorsichtig das Handstück vom Ende der Glasfaser. Schützen Sie das Faserende mit der Schutzkappe. Danach verschließen Sie das Handstück mit den beiden Verschlusskappen. Geben Sie das Handstück in einen Kunststoff-Beutel und legen es in den Autoklaven bei 136 °C.



- Achten Sie darauf, dass **das Ende der Glasfaser immer trocken ist**, wenn Sie das Handstück auf die Faser stecken.



- Das Faserende muss immer mit der Schutzkappe oder dem Handstück verschlossen sein.



- Saphir-Spitzen sind Verbrauchsmaterialien.
- Überprüfen Sie die Spitze regelmäßig alle 2-3 Minuten und säubern Sie die Vorderseite mit Alkohol.

#### ALLGEMEINE HINWEISE ZUM THEMA-SAPHIR-SPITZEN:

- Je **kleiner der Durchmesser** der Spitze ist, umso **höher ist die Leistungsdichte** auf der Oberfläche!
- **400 µm-Spitze:** dies ist die kleinste Spitze, mit der Sie exkavieren und Fissuren für eine anschließende Versiegelung öffnen können.
- **800 µm-Spitze:** Dentin- und Zahnschmelz-Präparation, Apektomien, Knochen-Präparationen, Konditionierungen.
- **1200 µm-Spitze:** Dentin- und Zahnschmelz-Präparation, Apektomien, Knochen-Präparationen, Konditionierungen.
- **Paro-Spitze (Paro-Tip):** Entfernung von Konkrementen.

Bleaching

In der ästhetischen Zahnheilkunde wird Bleaching von Jahr zu Jahr beliebter.

Im ersten Schritt dieser Behandlung erfolgt stets eine professionelle Zahnreinigung. Applizieren Sie einen licht- oder wasserhärtenden Zahnfleischschutz. Tragen Sie eine 1 mm dicke Schicht eines für diese Wellenlänge geeigneten Bleaching-Gels, z. B. das Laser-Powerbleachinggel *OdoBleach*® der elexxion AG, auf die Zahnoberfläche auf.

Wählen Sie das Programm **Bleaching** in dem Menü **Hartgewebe** und verwenden Sie den Glasstab. Bewegen Sie sich in einem Abstand von ungefähr 1 mm oberhalb des Gels. Die Bestrahlzeit je Zahnfläche sollte bei 30 Sekunden liegen. Belassen Sie das Gel für weitere 4 Minuten auf der Oberfläche, danach spülen Sie jeden Zahn bitte 30 Sekunden lang. Wenn der Patient mit dem Ergebnis bereits nach einer Anwendung zufrieden ist, ist keine weitere Behandlung erforderlich. Falls nicht, kann der Vorgang wiederholt werden. Bei der Verwendung des Laser-Powerbleachinggels *OdoBleach*® der elexxion AG können insgesamt bis zu vier Anwendungen in einer Sitzung erfolgen.

Fallbeispiel von Dr. Köstlinger/Deutschland



Situation vor Behandlung: Farbe B4/A3



Nach einer Bleaching-Behandlung: Farbe B2/A2

Kombiprogramm Parodontologie

Mit diesem kombinierten Programm können Sie im ersten Arbeitsschritt Konkrememente entfernen und im zweiten Schritt die Keimreduktion in den Taschen durchführen.

Wählen Sie im Menü Hartgewebe das Programm **Kombiprogramm Parodontologie**. Die einzelnen Behandlungsschritte können Sie über die beiden Knöpfe auf dem Fußschalter auswählen.

Der grüne Knopf (rechts) ist für den Diodenlaser, der blaue Knopf (links) ist für den Er:YAG-Laser. Die Leuchtdiode unterhalb des Displays zeigen Ihnen, welche Seite aktiviert ist.

Fallbeispiel





## Abtrag von Hartgewebe (niedrig, standard und stark)

Indikationen für das Programm **niedrig**:

Exkavieren und ätzen/konditionieren mit der 400µm-, 800µm- oder 1200µm-Spitze.

Indikationen für das Programm **standard**:

Dentinpräparation und pulpennahe Dentinpräparation mit der 800µm- oder 1200µm-Spitze.

Indikationen für das Programm **stark**: Schmelzpräparationen mit der 800µm- oder 1200µm-Spitze.

Vermeiden Sie die Verwendung der 400µm-Spitze bei diesen Einstellungen.

Fallbeispiel



Präparation mit der Einstellung **mittel** und 600 µm-Faser



Nach Präparation und Konditionierung



Das Ergebnis

## 5. Softlaser / Therapielaser

Die Therapiemöglichkeiten mit einem Laser, der bei geringen Leistungen als Softlaser eingesetzt wird, sind vielfältig. In diesem Bereich ist der Laser ein hervorragendes Instrument zur Schmerzreduktion, für besseren Wundheilungsverlauf und Biostimulation. Diese Form der Lasertherapie wird Softlaser-Therapie genannt.

Bitte arbeiten Sie immer unter Kontakt mit dem T8-Handstück (T = Therapie, 8 = 8mm Durchmesser des Glasstabs).

### Aphthen

Eine zweite Möglichkeit, Aphthen zu behandeln, ist der Softlaser. Im Abschnitt „Chirurgie“ wurde bereits die erste Möglichkeit beschrieben (chirurgische Technik). Mit der hier aufgezeigten nicht-chirurgischen Technik können Sie eine Schmerzreduktion ganz ohne Anästhesie erreichen.

Wählen Sie hierzu das Programm **Aphthen**, verwenden Sie den Glasstab, und berühren Sie damit die Aphthe. Aktivieren Sie den Laser durch Drücken des Fußschalters. Die Bestrahlungszeit ist limitiert, der Laser stoppt das Programm automatisch.

Fallbeispiel von Leif Nordvall / Unident, Schweden



Erster Tag, morgens



Zweiter Tag, abends, nach 3 Behandlungen

**Fallbeispiel:**

Patient mit Aphthe, Behandlung mit dem Softlaser im Programm **Aphten**. Die Aphthe war einen Tag alt und schmerzte erheblich.

Der Patient erhielt drei Behandlungen, am ersten Tag abends, am zweiten Tag jeweils morgens und abends.

Der Patient verspürte nach jeder Behandlung eine Linderung.

Am Abend des zweiten Tages war der Patient praktisch schmerzfrei und die Aphthe nahezu abgeheilt.

## Druckgeschwür

Wählen Sie das Programm **Dekubitus**. Bitte verwenden Sie den Glasstab.

Fallbilder



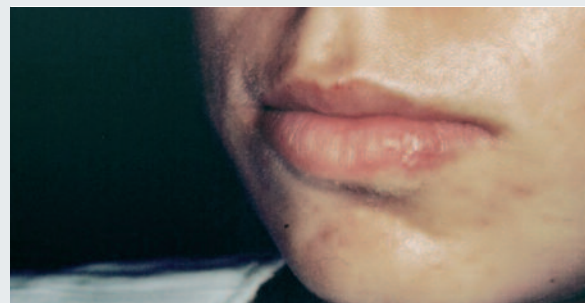
## Herpes labialis

Wählen Sie das Programm **Herpes labialis**. Bitte verwenden Sie den Glasstab. Behandeln Sie den Laser mit der im Programm festgelegten Zeit. Wenn die Behandlung beendet ist, stoppt der Laser automatisch.

Fallbeispiel von Dr. G. Bach / Universität Freiburg



Erster Tag morgens



Zweiter Tag abends, nach 3 Behandlungen

## Unterdrücken des Würgereizes

Wählen Sie das Programm **Würgereiz unterdrücken**. Bitte nehmen Sie den Glasstab und setzen ihn auf die Akupunktur-Punkte LG25 und HG27.

Fallbeispiel





## 6. Spezielle Anwendungen

### Depigmentierung

Für diese Indikation nehmen Sie das normale Handstück mit einer 600 µm-Faser. Ein wenig Anästhetikum kann sinnvoll sein. Wählen Sie das Programm **Chirurgie allgemein**. Führen Sie eine schnelle Bewegung in einem Abstand von ungefähr 1 mm oberhalb der Gingiva durch. Nach der Behandlung müssen Sie 2-3 Tage warten, um das Ergebnis zu kontrollieren. Falls das Ergebnis nicht zufriedenstellend ist, wiederholen Sie die Behandlung.

Fallbeispiel von Dr. Kenneth Luk, Hongkong



Zustand vor Behandlungsbeginn



1 Woche post OP



Zustand vor Behandlungsbeginn



3 Wochen post OP

## 7. Studien, Auszüge, Fallbeispiele

### Softlaser in der Zahnheilkunde

Jan Tunér, DDS, Grängesberg, Schweden  
Per Hugo Christensen, DDS, Dänemark

In der modernen Zahnheilkunde wird heute eine Vielzahl von unterschiedlichen Lasern verwendet: Der Er:YAG-Laser hat das Potenzial, den Bohrer in gewissen Situationen zu ersetzen. Der CO<sub>2</sub>-Laser ist ein wertvolles Werkzeug in der Oralchirurgie; der Argon-Laser wird in der kleinen Chirurgie und zum Aushärten von Komposit verwendet; der Nd:YAG-Laser kommt bei Wurzelreinigungen, Gewebe-Reaktionen u.v.a.m. zum Einsatz.

Der Haken im Vergleich zu konventionellen Therapien war bisher der hohe Kostenfaktor in Verbindung mit den rasanten Entwicklungen auf diesem Gebiet. Es konnte vorkommen, dass die hohen Investitionskosten in ein Gerät sich noch nicht amortisiert hatten, als schon die nächste Generation von Lasern auf den Markt kam. Daher waren die meisten Zahnärzte, die Laser in ihrer Praxis einsetzten, hauptsächlich Enthusiasten und/oder Unternehmer.

Alle oben aufgeführten Laser arbeiten mit hoher Leistung, oder haben die Möglichkeit dazu. Der Leistungsbereich geht von Bruchteilen eines Watts bis hoch zu 25 W oder mehr.

Im Laufe der letzten 10 Jahre ist das Interesse seitens der Patienten und Medien an Laserbehandlungen beträchtlich. Dies liegt zum einen an dem generell gestiegenen Interesse an High-Tech-Produkten. Es gibt aber nach wie vor den alten Traum vom Zahnarztbesuch ohne Angst, ohne Stress und ohne Schmerzen, den ein Dentallaser erfüllen kann.

In diesem Artikel geht es um Softlaser – ihre physikalischen Eigenschaften, klinischen Einsatzmöglichkeiten und den Stand der Forschung zu diesem Thema.

### Softlaser

Bisher war von Lasern die Rede, die man als Hochleistungs-Laser bezeichnen konnte (High Level Laser). Im Folgenden geht es jedoch um eine weniger bekannte Variante des Lasers: den so genannten Softlaser. Andere Begriffe dafür sind Low Level Laser oder Low Intensity Level Laser. Derartige Laser sind im Allgemeinen kleiner, günstiger und arbeiten im Milliwatt-Bereich, von ca. 1-500 Milliwatt. Die mit einem solchen Laser durchgeführten Therapien werden entsprechend Softlaser-Therapie, Low Level Laser Therapy (LLLT) oder einfach Lasertherapie genannt. Für die Laser selbst hat sich der Name Therapielaser eingebürgert, während die Therapien als Biostimulation und Biomodulation bezeichnet werden. Der zweite Ausdruck ist zutreffender, da die Lasertherapie biologische Prozesse nicht nur stimulieren, sondern auch unterdrücken kann.

Therapielaser arbeiten zum Teil im sichtbaren Bereich des Spektrums, bei Wellenlängen von 600-900 nm. Es kommen jedoch auch andere Wellenlängen erfolgreich in der Lasertherapie zum Tragen. Beispiele hierfür sind der Nd:YAG-Laser mit 1064 nm oder sogar der CO<sub>2</sub>-Laser mit 10.600 nm Wellenlänge.

Die physikalische Maßeinheit für die verwendete Energie wird in Joule (J) angegeben, das ist die Milliwatt x Sekunden Bestrahlungszeit. So ergibt beispielsweise 50 Milliwatt x 60 s = 3000 mJ = 3 J. Geeignete therapeutische Energien reichen von 1-10 J pro Behandlungspunkt. Die Dosis wird in J/cm<sup>2</sup> angegeben. Um die Dosis zu rechnen, muss die Fläche des bestrahlten Gebietes bekannt sein. 1 J auf einer Fläche von 0,1 cm<sup>2</sup> = 10 J/cm<sup>2</sup>. Bei der Lasertherapie wird im Allgemeinen keine Wärme verspürt und es gibt auch keine Überhitzung von Gewebe.

## Historisches

Der erste Laser wurde 1960 vorgestellt. Es war ein Rubin-Laser mit einer Wellenlänge von 694 nm. Das Interesse an medizinischen Einsatzmöglichkeiten von Laserlicht war von Anfang an sehr groß. Bereits 1967 [2] erschienen die ersten Berichte über die Effekte von sehr geringen Dosen Laserlicht (Rubin-Laser) auf biologisches Gewebe. In Tierversuchen wurde beobachtet, dass Wunden besser heilten, wenn sie mit Laserlicht bestrahlt wurden. Selbst das rasierte Fell der Versuchstiere wuchs an den bestrahlten Stellen schneller nach als an den unbestrahlten Stellen. Hinsichtlich der Dosis schien es eine Art biologisches Fenster zu geben. War die Dosis zu gering, gab es keinen Effekt; war die Dosis zu hoch gab es einen unterdrückenden Effekt. Nicht viel später wurde der Helium-Neon-Laser vorgestellt und die Ergebnisse waren ähnlich. Auch als später die Diodenlaser kamen, wurden damit ähnliche Resultate erzielt, wenn auch bestimmte Wellenlängen für gewisse Indikationen mehr oder weniger besser geeignet zu sein schienen. Insbesondere wurde durch die Einführung des Infrarot-Lasers ein Eindringen des Lichts in tiefere Gewebeschichten ermöglicht.

Die ersten kommerziell erhältlichen Laser in den frühen 1980er Jahren hatten extrem wenig Leistung, unter 1 Milliwatt, obwohl in den ersten wissenschaftlichen Studien 25 Milliwatt verwendet worden sind. Dies erklärt teilweise die zunächst kontroverse Diskussion über die Softlaser-Therapie. Durch die schnelle Weiterentwicklung der Diodenlaser hat sich auch die Leistung der Therapielaser drastisch erhöht. Sie liegt heute im Bereich von 50-500 Milliwatt. Die größer gewordene Leistung hat nicht nur die Behandlungszeiten verkürzt, sondern auch die therapeutischen Ergebnisse verbessert.

## Risiken und Nebenwirkungen

Das einzige physikalische Risiko bei der Lasertherapie ist eine Augenschädigung. Obwohl noch nie von einem solchen Fall berichtet wurde, muss das Risiko einer Augenschädigung immer bedacht werden. Dies gilt besonders, wenn es sich um einen unsichtbaren und gebündelten Strahl handelt. Daher muss eine geeignete Schutzbrille vom Patienten getragen werden, wenn es sich um eine extraorale Therapie im Gesicht handelt.

Da Therapielaser deutlich oberhalb des ionisierenden Spektrums arbeiten, gibt es kein Risiko von krebsartigen Veränderungen. Verdächtige Stellen sollten aber immer von einem Spezialisten behandelt werden.

Als Nebenwirkungen wurden (wenn auch selten) beobachtet:

- Ein zeitweiliges Ansteigen des Schmerzes bei chronischen Schmerzpatienten. Es wurde angenommen, dass dies ein Anzeichen für den Übergang von chronischem zu akutem Schmerz ist.
- Müdigkeit nach der Behandlung. Dies kommt aller Wahrscheinlichkeit nach vom Nachlassen des Schmerzes, wenn Entspannung eintritt.
- Rötung und Wärmegefühl in den bestrahlten Gebieten als Ergebnis einer erhöhten Mikrozirkulation.

## Forschung

Es gibt mehr als 2500 wissenschaftliche Studien zum Thema Lasertherapie, darunter mehr als 100 positive doppelblinde Studien [3]. Allein in der Zahnheilkunde liegt die Zahl der Studien bei 325, veröffentlicht von 82 Instituten in 37 Ländern [4]. Die Qualität dieser Studien schwankt zwar, aber es ist interessant festzustellen, dass mehr als 90 % der Studien über positive Effekte der Lasertherapie berichten.

Insgesamt gibt es in der Literatur 30 Artikel über verschiedene Indikationen der Zahnheilkunde. Die große Bandbreite an Indikationen wurde zunächst zwar als Argument gegen die Lasertherapie verwendet. Es zeigte sich jedoch, dass Laserlicht in der Tat einen großen Einfluss auf biologische Systeme und Prozesse ausübt: z.B. das Immunsystem, die SOD-Aktivität, die ATP-Produktion, die Zellmembran-Durchlässigkeit und das Freisetzen von Botenstoffen.

Die Wissenschaft der Lasertherapie ist eine komplizierte Materie, in der kombiniertes Wissen über Laserphysik, Medizin, klinische Vorgänge und wissenschaftliche Regeln erforderlich ist [5]. Bei vielen Studien, positiven wie negativen, werden wichtige Parameter nicht dokumentiert und machen eine saubere Evaluierung schwierig. Die verfügbare Literatur bietet eine geeignete Quelle für eine erfolgreiche klinische Therapie. Aber es ist noch viel Forschung erforderlich, um die optimalen Parameter zu finden.

In zwei aktuellen US-Analysen [6], [7] wurden durchgehend signifikante Resultate bezüglich Wundheilung, Gewebe-Regeneration und Schmerzen gefunden.

## Softlaser-Behandlung

Die Behandlung mit einem Softlaser erfolgt oft durch lokale Bestrahlung des verletzten oder schmerzenden Gebietes. Es können aber auch distale Punkte bestrahlt werden, regionale Lymphknoten, Ganglien und zervikale Nervenknäute, die mit dem betreffenden Dermatom zusammenhängen. Die Linderung oder gar Befreiung von Schmerzen kann oft in nur einer oder zwei Sitzungen erzielt werden (insbesondere wenn es sich um akute Schmerzen handelt), während viele Beschwerden in mehreren Sitzungen behandelt werden müssen. Um die Dosis zu berechnen, müssen etliche Parameter berücksichtigt werden: Pigmentierung der Haut, Zustand des Gewebes, akutes/chronisches Stadium, Tiefe unter der Haut/Schleimhaut und die Transparenz oberer Gewebeschichten.

## Neue Möglichkeiten

Die Therapielaser bieten verbesserte Möglichkeiten bei der Behandlung von Schmerzen, Wundheilung, Entzündungen und Ödemen. Therapielaser bieten jedoch dem Zahnarzt die Möglichkeit, Indikationen zu behandeln, die vorher nicht in das Ressort eines allgemeinen Zahnarztes fielen. Die folgenden Beispiele sollen dies verdeutlichen.

## Überempfindlichkeit der Zähne

Mit dem Aufkommen von desensibilisierenden Mitteln hat die Verbreitung von behandlungsresistenten Überempfindlichkeiten erheblich nachgelassen. Auf der anderen Seite ist durch das Einsetzen von Kompositfüllungen und Inlays das Thema aktuell geblieben. Gershman [8] hat gezeigt, dass Überempfindlichkeiten der Zähne mit Softlasern erfolgreich behandelt werden können. Leichtere Formen der Pulpitis erfordern höhere Dosen als die gewöhnliche Hypersensibilität und mehrere Sitzungen. Sehr häufig kann ein empfindlicher Zahnhals in nur einer Sitzung erfolgreich behandelt werden.



## Herpes Simplex

Oraler Herpes (HSV 1) gehört zu den Alltäglichkeiten in einer Zahnarztpraxis. In der akuten Phase gewöhnlich eine Kontraindikation für eine zahnärztliche Behandlung, kann der Ausbruch von HSV 1 durchaus ein guter Grund für einen Zahnarztbesuch sein. Wie bei jeder anderen Behandlung ist auch hier eine Behandlung im Frühstadium am erfolgreichsten. Der Schmerz wird sofort reduziert, und die Blasen verschwinden in wenigen Tagen. Wiederholte Behandlungen beugen Rückfällen vor. Anders als Acyclovir-Tabletten gibt es keine Nebenwirkungen [9]. Es konnte gezeigt werden [10], dass die Lasertherapie selbst in den latenten Phasen zwischen den Schüben erfolgreich eingesetzt werden kann.

## Mucositis

Patienten, die sich einer Strahlentherapie [11] und/oder einer Chemotherapie [12] unterziehen müssen, leiden häufig sehr stark unter einer Mucositis, die durch die Therapie ausgelöst wird. Die Nahrungsaufnahme ist beschwerlich. Das ist problematisch für den Therapieverlauf. Die Softlaser-Therapie kann nicht nur zur Behandlung der Mucositis herangezogen werden, sondern kann sie auch mildern, wenn die Mundschleimhaut schon vor dem Beginn der Therapie bestrahlt wird.

## Schmerzen

Am häufigsten beklagen sich Patienten über Schmerzen. Die Softlaser-Therapie kann Schmerzen unterschiedlicher Herkunft [6] reduzieren oder ausschalten. Postoperative Beschwerden nach chirurgischen Eingriffen können erheblich reduziert werden, wenn das Operationsgebiet nach dem Eingriff bestrahlt wird, bevor die Anästhesie nachlässt.

## Parästhesien

Parästhesien können nach chirurgischen Eingriffen auftreten, insbesondere in der mandibulären Region. Die Softlaser-Therapie kann solche Beschwerden lindern und/oder ausschalten [13].

## Sinusitis

Während viele Fälle von Sinusitis „dental“ sind, kommen etliche Patienten mit bestehender Sinusitis mit viralem oder bakteriellem Hintergrund in die Praxis. Die Softlaser-Therapie wird in den meisten Fällen zu einem schnellen Nachlassen der Symptome [14] führen, was den Behandlungsverlauf einfacher gestaltet.

## Kiefergelenk und Kaumuskulatur

Probleme in der Kiefergelenk-Region eignen sich gut für die Behandlung mit dem Softlaser. Bei arthritischen Fällen konzentriert sich die Behandlung auf das Gelenk, in myogenischen Fällen werden die Muskelsansätze und Triggerpunkte behandelt. Die Lasertherapie sollte immer in Kombination mit einer konventionellen Behandlung durchgeführt werden. Sie wird das Ergebnis dieser Behandlung deutlich verbessern [15].

## Tinnitus/Schwindel

Es konnte gezeigt werden [16], dass Patienten, die unter der Ménière-Krankheit leiden (Tinnitus/Schwindel), ein signifikant erhöhtes Vorkommen von Problemen im Kauapparat, Nacken und in den Trapezmuskeln zeigen. Sie haben Probleme mit der Halswirbelsäule, insbesondere in den Querfortsätzen von Atlas und Axis. Nimmt man die Spannung aus diesen Muskeln und führt Maßnahmen zur okklusalen Stabilisierung durch (okklusale Einstellung, Aufbisschienen), so werden die Symptome von Tinnitus und Schwindel bei dieser Gruppe von Patienten gemildert und/oder ausgeschaltet. Die Lasertherapie kann in diesen Fällen erfolgreich zur Unterstützung der Muskelentspannung und Schmerzlinderung eingesetzt werden.

## Trigeminusneuralgie

Ganz abgesehen von der Grundproblematik kann eine Trigeminusneuralgie eine zahnärztliche Behandlung durchaus unmöglich machen. Mit dem Softlaser können Zahnärzte diesen Patienten eine hervorragende und angenehme nicht-invasive Methode anbieten [17].

## Herpes zoster

Zoster im Trigeminusnerv sollte schon im Frühstadium behandelt werden. Der Zoster-Ausbruch an sich ist schon schlimm genug, aber nicht selten bleibt eine chronische Neuralgie über Jahre oder sogar lebenslang bestehen. Die Softlaser-Behandlung ist eine kostengünstige, effiziente und nicht-invasive Methode ohne Nebenwirkungen [18].

## Andere Indikationen

In der Literatur werden 29 unterschiedliche zahnärztliche Indikationen beschrieben, darunter Aphthen, dentitio difficilis und Dekubitus.

## Akupunktur

Patienten finden Nadeln selten gut und werden den Laser zu schätzen wissen. Mit einem Softlaser kann das Entfernen der Nadeln angenehmer werden, dies gilt für die Akupunktur am Körper wie auch am Ohr. Selbst Zahnärzte, die keine Akupunktur betreiben, nutzen gut definierte Akupunkturpunkte zum Beispiel zur Unterdrückung von Übelkeit [19].

## Kein Allheilmittel

Die hier beschriebenen klinischen Ergebnisse sind sehr beeindruckend, selbst in Anbetracht der bestehenden Zweifel. Die Lasertherapie ist jedoch kein Allheilmittel und schon gar kein Wundermittel und sollte nur innerhalb der Grenzen der eigenen Fähigkeiten eingesetzt werden. Korrekte Diagnosen, die richtigen Behandlungstechniken und Behandlungsintervalle sowie geeignete Dosen sind maßgeblich für das Erzielen guter Resultate.

## Nicht-Biomodulierende Softlaser-Therapie

Eine große Zahl von in-vitro-Studien berichten von einer Steigerung der Bakterien-Vernichtung bei der Kombination von Farbstoffen und Softlasern. Der am häufigsten verwendete Farbstoff war toluidinblau (TBO). Zu den untersuchten Mikroorganismen gehörten streptococcus mutans [20] und streptococcus aureus [21]. Der bakterienvernichtende Effekt von TBO wird bei der Verwendung von Softlaser-Licht verstärkt, und die daraus resultierenden klinischen Möglichkeiten sind sehr vielversprechend.

## QUELLEN:

- [1] Abergel P. et al. Control of connective tissue metabolism by lasers: Recent developments and future prospects. *J Am Acad Dermatol*. 1984; 11: 1142
- [2] Mester E. et al: Untersuchungen über die hemmende bzw. fördernde Wirkung der Laserstrahlen. *Arch Klin Chir*. 1968; 322: 1022.
- [3] Tunér J, Hode L. 100 positive double-blind studies – enough or too little? *Proc. SPIE*, Vol 4166, 1999: 226-232.
- [4] Tunér J., Hode L. Low level laser therapy – clinical practice and scientific background. 1999. Prima Books. ISBN 91-630-7616-0.
- [5] Tunér J., Hode L. It's all in the parameters: a critical analysis of some well-known negative studies on low-level laser therapy. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*. 1998; 16 (5): 245-248.
- [6] Parker J. et al. The effects of laser therapy on tissue repair and pain control: a meta-analysis of the literature. *Proc. Third Congress World Assn for Laser Therapy*, Athens, Greece, May 10-13 2000; p. 77.
- [7] Bouneko J. M. et al. The efficacy of laser therapy in the treatment of wounds: a meta-analysis of the literature. *Proc. Third Congress World Assn for Laser Therapy*, Athens, Greece, May 10-13 2000; p. 79.
- [8] Gerschman J. A. et al. Low Level Laser in dentine hypersensitivity. *Australian Dent J*. 1994; 39: 6.
- [9] Vélez-Gonzalez M et al. Treatment of relapse in herpes simplex on labial and facial areas and of primary herpes simplex on genital areas and “area pudenda” with low power HeNe-laser or Acyclovir administered orally. *SPIE Proc*. 1995; Vol. 2630: 43-50
- [10] Schindl A., Neuman R. Low-intensity laser therapy is an effective treatment for recurrent herpes simplex infection. Results from a randomized double-blind placebo-controlled study. *J Invest Dermatol*. 1999; 113 (2): 221-223.
- [11] Bensadoun R. J., Franquiu J. C., Ciais C. et al. Low energy He/Ne laser in the prevention of radiation-induced mucositis: A multicenter phase III randomized study in patients with head and neck cancer. *Support Care Cancer*. 1999; 7 (4): 244-252.
- [12] Cowen D. et al. Low energy helium neon laser in the prevention of oral mucositis in patients undergoing bone marrow transplant: results of a double blind randomized trial. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1997; 38 (4): 697-703.
- [13] Khullar S. M. et al. Effect of low-level laser treatment on neurosensory deficits subsequent to sagittal split ramus osteotomy. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. 1996; 82 (2): 132-8.
- [14] Kaiser C. et al. Estudio en doble ciego randomizado sobre la eficacia del HeNe en el tratamiento de la sinusitis maxilar aguda: en pacientes con exacerbación de una infección sinusal crónica. [Double blind randomized study on the effect of HeNe in the treatment of acute maxillary sinusitis: in patients with exacerbation of a chronic maxillary sinusitis]. *Boletín CDL*. 1986; 9: 15. Also in *Av Odontoestomatol*. 1987; 3 (2): 73-76.
- [15] Sattayut S. PhD dissertation, St. Bartholomew's and the Royal London School of Medicine and Dentistry. 1999.
- [16] Bjorne A. Cervical signs and symptoms in patients with Ménière's disease: a controlled study. *J Cranomandib Practice*. 1998; 16 (3): 194-202.
- [17] Eckerdal A., Lehmann Bastian H. Can low reactive-level laser therapy be used in the treatment of neurogenic facial pain? A double-blind, placebo controlled investigation of patients with trigeminal neuralgia. *Laser Therapy*. 1996; 8: 247-252.
- [18] Moore K. et al. LLLT treatment of post herpetic neuralgia. *Laser Therapy*. 1988; 1: 7
- [19] Schlager A. et al. Laser stimulation of acupuncture point P6 reduces postoperative vomiting in children undergoing strabismus surgery. *Br J Anesth*. 1998; 81 (4): 529-532.
- [20] Burns T., Wilson M, Pearson G. Effect on dentine and collagen on the lethal photosensitization of streptococcus mutans. *Caries Res*. 1995; 29: 192-197.
- [21] Wilson M., Yianni C. Killing of methicillin-resistant staphylococcus aureus by low-power laser light. *J Med Microbiol*. 1995; 42: 62-66.
- [22] Kazmina S. et al. Laser prophylaxis and treatment of primary caries. *SPIE Proc*. 1984; 1994: 231-233.
- [23] van Rensburg S. D., Wiltshire W A. The effect of soft laser irradiation on fluoride release of two fluoride-containing orthodontic bonding materials. *J Dent Assoc S Afr*. 1994; 49 (3): 127-31.

## Behandlung von Tinnitus mit Softlasern - ein Fall für den Zahnarzt?

Jan Tunér, DDS, Schwedische Gesellschaft für Lasermedizin (www.laser.nu)  
Jan.tuner@swipnet.se

### Auszug

Tinnitus ist eine sehr belastende Symptomatik, die zunehmend die jüngeren Generationen betrifft. Dies liegt häufig an dem hohen Geräuschpegel bei Konzerten oder in Kopfhörern. Allerdings ist das nicht allein ein neues Problem in unserer modernen Welt. Schon 600 v. Chr. wurde die Symptomatik auf Papyrus beschrieben. Einige bedeutende historische Persönlichkeiten litten unter Tinnitus, so zum Beispiel Martin Luther, Jean-Jacques Rousseau und Ludwig van Beethoven. Man schätzt, dass ungefähr eine von zehn Personen in ihrem Leben von Tinnitus direkt betroffen ist. Die Ursache von Tinnitus wird kontrovers diskutiert. Es wird behauptet, dass der Ursprung von Tinnitus im Innenohr zu finden ist, aber auch – wie PET-Aufnahmen zeigen – der Cortex als Entstehungsort infrage kommt. Sicherlich ist es vertretbar, wenn man verschiedene Ursprungsorte zugrunde legt, und einer von diesen ist sicherlich auch interessant für den Zahnarzt. Es wird behauptet, dass Softlaser einen therapeutischen Effekt auf Tinnitus und Schwindel ausüben. In diesen Fällen ist die Schnecke mit dem Laserlicht bestrahlt worden. Es wurde berichtet, dass die Therapie mit Softlasern nützlich bei der Behandlung von Kiefergelenk-Problemen sein kann. Einige Patienten wurden von ihrem Tinnitus befreit, als sie sich einer Kiefergelenk-Laserbehandlung unterzogen. Mittlerweile ist bekannt geworden, dass Softlaser auch ohne Bestrahlung des Ohres positive Auswirkungen auf Kiefergelenk-induzierten Tinnitus haben.

### Abstract

Tinnitus is a debilitating condition with an increasing incidence, especially among the young generation, due to high sound levels at concerts and from headsets. It is, however, not solely a problem of the modern world. The condition is described in papyrus documents dating back to 600 BC. Some famous historic people have suffered from tinnitus, such as Martin Luther, Jean-Jacques Rousseau and Ludwig van Beethoven. It is estimated that roughly one person in ten is affected by tinnitus to some degree. The origin of tinnitus is controversial. It is claimed that tinnitus is located in the inner ear but also that it is actually situated in the brain cortex, as evidenced by PET-scanning. It is reasonable to believe that the condition can have several origins and that one of these then is of interest to dentist. Low-level lasers have been claimed to have a therapeutic effect on tinnitus and vertigo. In these cases the irradiation has been directed to the cochlea. Low-level laser therapy (LLLT) is also reported to be useful in the treatment of temporo-mandibular disorders (TMD). Furthermore, some patients are cured from their tinnitus when a proper TMD therapy has been performed. It now also appears that low-level lasers can be used to help the treatment of TMD-related tinnitus, and without actually irradiating the inner ear.

### Low-level lasers

Since the beginning of the 1980's low-level lasers have become increasingly popular as an additional treatment option in many professions, such as chiropractors, naprapaths and physiotherapists but not so much in traditional medicine and dentistry. In spite of more than 100 positive double-blind studies, there remains a sceptical attitude towards it. In dentistry alone, more than 90% of the published studies show positive results. It is true that several studies have failed to show any result, but it is not uncommon for such studies to contain serious flaws [1]. In addition it is not to be expected that any dosage or any wavelength of low-level laser will produce a biological response.

Low-level lasers are generally in the visible to near-visible range of the spectrum. The most common types are HeNe (633 nm), InGaAlP (630-685 nm), GaAlAs (780-870 nm) and GaAs (904 nm). Power output in the beginning ranged from 1-10 mW. With the advent of less expensive diodes the power has increased considerably and GaAlAs lasers are now available with powers as high as 1,000 mW (1 Watt). Increased dosage and power density have proven to be important and consequently the clinical results have consequently been improved. Suitable dosage varies depending on the condition and the depth of the target tissue, but generally 4-20 J/cm<sup>2</sup> are applied. Red laser light is optimal for superficial conditions such as mucosa and skin whereas infrared is better for pain and deeper lying conditions because of its superior penetration. Biological responses of cells to laser irradiation are suggested [2] to occur due to physical and/or chemical changes in photo acceptor molecules, components of the respiratory chain such as cytochrome c oxidase and NADH-dehydrogenase. Hypotheses about primary mechanisms at the interface of laser irradiation and tissue are redox properties alterations, NO release, super oxide anion reactions, singlet oxygen production and local transient heating of chromophores. Further, secondary processes are triggered where the mechanisms are performed "in the dark". Thus, distant effects can be obtained far from the irradiated area. The redox-regulation mechanism may explain the positive effect of tissues characterised by acidosis and hypoxia.

### Low-level laser therapy for tinnitus - The literature

Low-level laser therapy (LLLT) has been suggested as a possible therapy for tinnitus. Several studies have used Ginkgo biloba infusions in combination with LLLT, the former being a widespread but not well documented therapy for tinnitus. There are few studies which will be briefly described below.

Witt [3] is one of the pioneers in this field, but to the knowledge of the author his results have not been published in any peer-reviewed journal. Witt combines an infusion of Ginkgo biloba (Egb 761, 17.5 mg dry extract per 5 ml ampoule) and laser. This may be a favourable combination but an evaluation of the contribution of the laser is not possible. More than 500 patients have been treated since 1989 and Witt claims that over 60% of the patients have achieved a considerable or total relief. The laser used is a combination of HeNe 12 mW/GaAs 5 x 10 mW. Treatment technique not stated.

Swoboda [4] did not find any significant effect of Ginkgo/laser therapy. However, the ginkgo infusion used was at a homeopathic level (D3 = 1:1000 dilution), acc. to Witt.

Partheniadis-Stumpf [5] also failed to find any effect from the combined ginkgo (6 ml Tebonin) infusion and laser therapy. However, the laser was applied at a distance of one cm above the mastoid. The non-contact mode reduces penetration considerably and the mastoid is not ideal for reaching the inner ear.

The same author [9] has also examined the effect of light on the cochlea, using guinea pigs. Direct laser irradiation was administered to the cochlea through the round window and the amplitude of CAP was reduced to 53-83% immediately after the onset of irradiation. The amplitude then returned to the original level. The results of this investigation suggest that LLLT might lessen tinnitus by suppressing the abnormal excitation of the 8th nerve or the organ of Corti.



More or less the same parameters were used in a controlled study by Mirtz [10] but in this case there was no significant effect.

Wilden [11] [12] has applied a different method where the dose has been increased considerably. A set consisting of one HeNe laser and three powerful GaAlAs lasers is used, covering a large area over and around the ear, in the non-contact mode. Doses between 3,000 and 5,000 J are administered each session. The laser is applied as a monotherapy. More than 800 patients have been treated with this concept and positive effects are reported, even for vertigo. Recent injuries in ‘the disco generation’ are more easily treated than long-term chronic conditions. In a separate study [13]. Wilden reports improvment in the hearing ability of these patients, as evaluated by audiometry.

Beyer [14] performed a very exact ex-vivo laser penetration study. Based on these findings it was possible to calculate the energy needed to obtain a dose of 4 J/cm<sup>2</sup> in the cochlea itself. 30 patients were treated five times within 2 weeks. One group was irradiated with a 635 nm diode laser, the other with a 830 nm diode laser. By self-assessment around 40% of the patients reported a slight to significant attenuation of the tinnitus volume in the irradiated ear. This study has been followed by a double-blind study.

Prochazka [15] evaluated the effect of combined Egb 761 Ginkgo infusion and laser therapy in a double-blind study. 37 patients were divided into three groups. One group received Egb 761 only, one group received Egb761 and a placebo laser and one group received Egb761 and a real laser, 830 nm. The results in the three groups were as follows: no effect 29/26/19, less than 50% relief 44/48/29, more than 50% relief 18/26/36 and no more tinnitus 9/0/26. Irradiation was performed over the mastoid and over the meatus acusticus, twice a week, 8-10 sessions, total 175 J.

Rogowski [16] divided a group of 32 tinnitus patients into one group receiving LLLT and one receiving a placebo procedure. Dose, wavelength and treatment technique are not stated in the available English abstract. The effect was evaluated through VAS. Within the patient group transiently evoked otoacoustic emissions (TEOAE) were measured before, during and after therapy. No significant difference between laser therapy and placebo was found in annoyance or loudness of the tinnitus or in changes of TEOAE amplitude. These results indicate that there is no relationship between the effect of low-power laser therapy and changes in cochlear micromechanics.

A few other cases in otorhinolaryngology have been treated with low level lasers, even with intravenous irradiation. [17-20]

It is obvious that the available literature on laser therapy for tinnitus is scare and ambiguous. Some studies have used a combination of Ginkgo and laser therapy, others laser therapy as a monotherapy. Differences in wavelengths, pulsing, dosage and treatment technique makes a firm evaluation impossible. However, the positive results reported in some studies do merit attention and further research. Recent clinical experience also suggests that the doses necessary for a successful outcome of the therapy have to be increased considerably. Tinnitus is a grave condition, sometimes leading to suicide. It is also an increasing problem and the existing treatment methods offered to tinnitus patients are not very effective. Young people suffering from acoustic shocks (concerts and nightclubs) can be more successfully treated with laser therapy. As is to be expected, a long-standing condition in elderly persons is a severe condition requiring 10-20 sessions to influence.

## Laser therapy for TMD

The following is an account of some studies published in the field of low-level laser therapy for TMD.

Hansson [21] studied the effects of a GaAs laser on arthritis of the temporo-mandibular joint. The author stresses that lasers are not an alternative to conventional treatment, but that it seems possible to reduce healing periods and reduce inflammation more quickly.

Bezuur and Hansson [22] treated a group of 27 patients suffering from long-term problems related to TMD with a GaAs laser. The treatment was administered over the joint on five consecutive days. 80% of the 15 patients with arthrogenous pain experienced total pain relief. The maximum jaw-opening ability increased during the treatment period and continued to increase during the year that the group was monitored. The group suffering from myogenic problems also improved, both in terms of pain and jaw-opening ability. The effect here was, however, much lower. As the muscles were not treated, it is assumed that this group also had undiagnosed arthritis. The reduction of joint sounds may possibly have been due to an increase of metabolism in articular cell structures, e.g. an activation of the synovial membrane, producing more synovial fluid.

Eckerdal [23] reports on the clinical experience of a 5-year non-controlled study of perioral neurapathies. The treated diagnoses were trigeminal neuralgia, atypical facial pain, paresthesia, and TMD pain. Of these diagnoses, the TMD pain group was the most successful one. At the end of treatment, 73% of the patients (N = 40) had a good response, at six months still 73%, and at one year 70%. 10 J/cm<sup>2</sup> was applied to the joint over 4-8 sessions.

In a study comprising 75 cases, Bradley [24] found LLLT effective as a monotherapy when treating acute joint pain (less than eight weeks duration). In more chronic cases, without bone changes on X-ray, LLLT was used as an adjunct to splints and similar. In osteoarthritis cases, LLLT can be almost as useful as intra-articular steroids.

Bradley [25] used GaAs laser acupuncture when treating a small group of patients suffering from TMJ pain dysfunction syndrome who had not responded to treatment with a bite splint or psychotropic medicine. Needle acupuncture was used in a comparative group. Both types of acupuncture can be studied with thermography. Biostimulation was observed to yield vascular effects which locally resemble the vascular effects achieved with needle acupuncture, although it takes more time for laser stimulation to take effect. Both forms of acupuncture were more effective on known acupuncture points than on randomly chosen points. St 6 was used throughout as a ‘known acupuncture point’.

Kim [26] divided a group of 36 patients with maxillary joint problems into three therapy groups. The patients were treated with bite splints, GaAlAs laser treatment or laser acupuncture. The treatment results were compared after two and four weeks with a check on status check before treatment. The following conclusions were drawn: the patients’ subjective discomfort was reduced in both the bite splint and laser treatment groups. The improvement in the laser group was much greater than in the bite splint group. Clinically observable symptoms showed a significant reduction in all groups, but the group treated with laser light responded faster to treatment than the other groups. EMG activity gradually decreased in all the groups – and without any great difference between groups. Laser treatment had more beneficial effects than bite splints, while laser acupuncture produced the poorest results.

Lopez [27] treated a group of 168 patients with problems related to TMD with a combination of bite splints and a HeNe laser. An obvious improvement could be observed in 52 of the patients after a single treatment. After ten treatments, 90% of the patients had improved. No further improvement occurred in the other 10% by administering further treatments. The laser treatment was given directly over the maxillary joint – 6 mW for five minutes (1.8 J). The extent of healing was inspected using a tomographic X-ray before treatment and after six months. At that point, healing had advanced to a stage usually seen after 12 to 18 months when only a bite splint is used. In a group of 88 patients with pain in the jaw muscles, pain was alleviated for up to six hours, but without lasting results. The author concluded that HeNe lasers are effective as a complementary method to bite splints when treating arthrosis and arthritis, but that this wavelength is not optimal for myogenic pain.

Hatano [28] used a GaAlAs laser to study the effect on palpation pain in 15 patients with TMD. A 30 mW laser was used for 3 minutes (5.4 J) in the area of one temporo-mandibular joint. The other side served as control. The palpation score was estimated directly after irradiation and at 20, 40 and 60 minutes after irradiation. There was a significant decrease in palpation pain with better values at 20, 40 and 60 minutes than directly after irradiation.

Bertolucci [29] compared two groups of patients (16+16) receiving physical therapy for mandibular dysfunction. One group received sham irradiation, the other received GaAs over three weeks. The results were as follows (treatment group/placebo group): change in pain 40.25/1.56; change in vertical opening 1.35/-0.05; change in left and right deviation 3.78/0.62.

Interleukin-1b in the synovial fluid is associated with TMD pain [30]. In a study by Shimizu [31], GaAlAs laser light influenced the production of this substance. Ivanov [32] treated 109 patients with temporomandibular joint arthritis and arthrosis with an a HeNe laser (12 mJ/cm<sup>2</sup>, 3-7 treatments). 89% of the patients reported clinical improvement.

In a double-blind study by Sattayut [33], the higher doses (20 J per point, 300 mW) were clearly more effective than 4 J and 60 mW. In this study GaAlAs was used as a monotherapy. Following a period of 2-4 weeks after therapy (3 sessions in one week) there was an average of 52% reduction of pain as assessed by a SSI pain questionnaire.

## Behandlung von CMD, TMD und Tinnitus

It has been known for decades that patients with temporomandibular joint dysfunction (TMD) and crano-mandibular disorders (CMD) may also have tinnitus problems, and that there is a connection between the two.

In a book by Myrhaug [34], the author underlines the fact that there are two muscles in the inner ear which are innervated by two facial nerves. M. tensor tympani is innervated by n. trigeminus and m. stapedius is innervated by n. facialis. Intensive action in the masticatory muscles could therefore influence these two small muscles as well and thereby cause the tinnitus sensation.

Bjorne [35] compared a group of 31 patients suffering from Ménière's disease with a control group, matched for sex and age. The patients in the Ménière group had a statistically significant greater number of signs of crano-mandibular disorders, such as tenderness upon palpation of the masticatory muscles, of the temporo-mandibular joint and of the upper part of the trapezius in the area of the atlas, the axis and the third cervical vertebra.

In a second study by Bjorne [36] 24 of the 31 patients from the previous study were compared with 24 control subjects regarding the frequency of signs and symptoms of cervical spine disorders. Symptoms of cervical spine disorders being head and neck/shoulder pain, and signs of limitations in side-bending and rotation movements were more frequent in the patient group as well as tenderness upon palpation of the neck muscles. 39% of the Ménière patients could influence their tinnitus, both sound level and pitch, by protrusion or lateral movement of the mandible or by clenching their teeth. 75% of the patients could trigger their attacks of vertigo by extension, flexion or side-rotation of the head and neck.

A correlation between tinnitus and tension of the lateral pterygoid muscle has also been found [37]. Further correlation between signs and symptoms of TMD and tinnitus is indicated in studies by Rubenstein [38] and Ciancaglini [39].

Wong [40] reports that the styloid process and its attachments are often the centre of TMD problems and that no less than 11 symptoms have been observed in connection with soft tissue lesions in this region, one of them being tinnitus. The muscular symptoms are suitable for low-level laser therapy according to the authors.

## Discussion

There is reason to believe that a subgroup of tinnitus (and vertigo) patients actually have a primary crano-temporo-mandibular dysfunction problem and that the tinnitus sensation is a secondary phenomenon. Greater awareness of this possibility and closer cooperation between otorhinologists and dentists would probably reduce the problems of patients in this subgroup. The size of this group is unknown, since the CMD relation is seldom diagnosed or treated. The correlation between Ménière's disease and CMD seems to be more frequent than the correlation between an isolated tinnitus problem and CMD.

Some of these patients in the mentioned subgroup can change the intensity or pitch of their tinnitus by clenching or opening their mouth wide and in some cases even by changing the position of their head. Irradiating a muscle involved in the creation of the tinnitus phenomenon can alter the character of the tinnitus. This offers a possibility of an initial diagnosis of the type of tinnitus. It is not unusual for the tinnitus sensation to disappear temporarily after laser irradiation. Repeated irradiation can keep the patient free of tinnitus and also make the patient more aware of the hypertension in the muscles.

CMD/TMD is a very common condition and the suggested treatment methods are manifold. Occlusal splints and eliminating occlusal interferences are standard procedures but the scientific documentation of these and other treatment methods are still poor, although the clinical experience seems to verify their effectiveness.

The concept of treating tinnitus and vertigo patients through occlusal stabilisation is not new but so far has not been explored very extensively. Adding low-level laser irradiation to this therapy is even less explored and there is very little research. The objective of this article is not to give precise recommendations about treatment procedures but rather to highlight the possibility for dentists to improve the quality of life of many vertigo and tinnitus patients and that dentists could play an important role in this treatment. Further research is warranted.

## References

- [1] Tunér J., Hode L. It's all in the parameters: A critical analysis of some well-known studies on Low-Level Laser Therapy. *J Clin Laser Med Surg.* 1998; 16(5):245-248.  
(Extended version on [http://www.laser.nu/lllt/LLLT\\_critic\\_on\\_critics.htm](http://www.laser.nu/lllt/LLLT_critic_on_critics.htm)).
- [2] Karu T. Mechanisms of low-power laser light on cellular level. In: *Lasers in Medicine and Dentistry*. Ed: Simunovic Z. 2000; European Laser Medical Association. ISBN 953-6059-30-4.
- [3] Witt U, Felix C. Selektive photo-Biochemotherapie in der Kombination Laser und Ginkgo-Pflanzen-extrakt nach der Methode Witt. Neue Möglichkeiten bei Innenohrstörungen. [Selective photo-biochemo-therapy in the combination of laser and ginkgo plan extracts acc. to the Witt method] (1989). Unpublished material.
- [4] Swoboda R., Schott A. Behandlung neurotologischer Erkrankungen mit Ginkgo biloba Hevert, Hyperforat und Low-Power-Laser-Therapie. [Treatment of neurotologic diseases with Ginkgo biloba and low level laser therapy] Medizinische Akademie Erfurt. (1992).
- [5] Partheniadis-Stumpf M., Maurer J., Mann W. Titel: Soft laser therapy in combination with tebonin i.v. in tinnitus. [in German]] *Laryngorhinootologie* 1993; 72(1):28-31.
- [6] Plath P., Olivier J. Results of combined low-power laser therapy and extracts of Ginkgo biloba in cases of sensorineural hearing loss and tinnitus. *Adv Otorhinolaryngol.* 1995;49:101-4.
- [7] von Wedel H., Calero L., Walger M. et al. Soft-laser/Ginkgo therapy in chronic tinnitus. A placebo-control- led study. *Adv Otorhinolaryngol.* 1995;49:105-8.
- [8] Shiomi Y., Takahashi H., Honjo I., Kojima H., Naito Y., Fujiki N. Efficacy of transmeatal low power laser irradiation on tinnitus: a preliminary report. *Auris Nasus Larynx* 1997;24(1):39-42.
- [9] Shiomi Y. et al. [Effect of low power laser irradiation on inner ear] [in Japanese]. *Pract Otol (Kyoto)*. 1994; 87: 1135-1140.
- [10] Mirz F., Zachariae R., Andersen S. E. et al. The low-power laser in the treatment of tinnitus. *Clin Otolaryngol* 1999; 24: 346-354.
- [11] Wilden L. The effect of low level laser light on inner ear diseases. In: *Low Level Laser Therapy, Clinical Practice and Scientific Background*. Jan Tunér and Lars Hode. Prima Books in Sweden AB (1999). ISBN 91-630-7616-0.
- [12] Wilden L., Dindinger D. Treatment of chronic diseases of the inner ear with low level laser therapy(LLLT): pilot project. *Laser Therapy.* 1996; 8: 209-21210
- [13] Wilden L, Ellerbrock D. Verbesserung der Hörkapazität durch Low-Level-Laser-Licht (LLLL). [Amelioration of the hearing capacity by low-level-laser-light (LLL)]. *Lasermedizin.* 1999; 14: 129-138.
- [14] Beyer W. et al. Light dosimetry and preliminary clinical results for low level laser therapy in cochlear dysfunction. *Proc. Laser Florence '99*.
- [15] Prochazka M., Tejnska R. Comprehensive therapy of patients suffering from tinnitus. *Proc. Laser Florence '99*.
- [16] Rogowski-M., Mnich-S., Gindzienska-E., Lazarczyk-B. [Low-power laser in the treatment of tinnitus – a placebo-controlled study]. *Laser niskoenerygetyczny w leczeniu szumow usznych-badania porownawcze z placebo. Otolaryngologia polska. [Otolaryngol-Pol]*. 1999; 53 (3): 315-20.
- [17] Mishenkin N. V. et al. [Effects of helium-neon laser energy on the tissues of the middle ear in the presence of biological fluids and drug solutions]. [in Russian] *Vest Otorinolaringol.* 1990; 5: 18-21.
- [18] Bogomilskii M. R. et al. [Effect of low-energy laser irradiation on the functional state of the acoustic analyzer]. [in Russian] *Vest Otorinolaryngol.* 1989; 2: 29-34.
- [19] Palchun V. T. et al. [Low-energy laser irradiation in the combined treatment of sensorineural hearing loss and Ménière's disease]. [in Russian] *Vestnik Otorinolaryngol.* 1996; 1: 23-25.
- [20] Ribari O. et al. [Closure of tympanic perforations with low-energy HeNe laser irradiation]. [in German] *Acta Chir Academ Scient Hungariacae.* 1980; 3: 229-238.
- [21] Hansson T. Infrared laser in the treatment of craniomandibular disorders, arthrogenous pain. *J Prosthetic Dentistry.* 1989; 61: 614.
- [22] Bezuur N. J. et al. The effect of therapeutic laser treatment in patient with cranomandibular disorders. *J Cranomandib Disorders.* 1988; 2: 83.
- [23] Eckerdal A. Kliniske erfaringer fra et 5-års icke-kontrolleret studie af low power laserbehandling af periorale neuropatier. [Clinical experiences from a 5 year non-controlled study of low power laser treatment of perioral neuropatias] [in Danish]. *Tandlægebladet.* 1994; 98 (11): 526-529.
- [24] Bradley P. F., Rebliini Z. Low intensity laser therapy (LILT) for temporomandibular joint pain: a clinical electromyographic and thermographic study. *Laser Therapy.* 1996; 1: 47.
- [25] Bradley P. Thermographic Evaluation of Response to Low Level Laser Acupuncture. *Proc. Second Meeting of the International Laser Therapy Association, London Sept 1992.* p. 32.
- [26] Kim, Ki-Suk and Kim, Young-Ku: Comparative study of the clinical effects of splint, laser acupuncture and laser therapy for temporomandibular disorders. *J Dental College, Seoul Nat Univ.* 1988: 1(12): 195.
- [27] Lopez V. J. El laser en el tratamiento de las disfunciones de ATM. *Revista de Actualidad de Odontoes- tomatologica Española.* [The laser in treatment of TMD]. 1986; 35.
- [28] Hatano Y.: Lasers in the diagnosis of the TMJ problems. In: *Lasers in dentistry*. Eds. Yamamoto Y et al. 1989; p. 169-172. Elsevier Science Publishing B.V, Amsterdam
- [29] Bertolucci L. E., Grey T. Clinical analysis of Mid-laser versus placebo treatment of arthralgic TMJ dege- nerative joints. *J Craniomandib Practice.* 1995; 13 (1): 26-29
- [30] Alstergren P. et al. Interleukin 1 $\beta$  in the arthritic temporomandibular joint fluid and its relation to pain, mobility and anterior open bite. *Swedish Dent J.* 1998; 2: 247.
- [31] Shimizu N. et al, prospect of relieving pain due to tooth movement during orthodontic treatment utilizing a GaAlAs diode laser. *SPIE Proc.* 1995; Vol. 1984: 275-280.
- [32] Ivanov A. S. et al: Effect of Helium-Neon laser radiation on the course of temporomandibular joint arthritis and arthrosis. *Stomatologiia (Mosk).* 1985; 64: 81-82.
- [33] Sattayut S. Thesis. St Bartholomew's and the Royal London School of Medicine and Dentistry. 1999. Professor P. Bradley.



[34] Myrhaug H. The theory of otosclerosis and Morbus Ménière (Labyrinthine vertigo) being caused by the same mechanisms: physical irritants and orthognathic syndrome. 1981. Bergmanns Boktrykkeri A/S, Bergen, Norway.

[35] Bjorne A., Agerberg G. Craniomandibular disorders in patients with Meniere’s disease: a controlled study. J Orofacial Pain. 1996; 10 (1): 28-37.

[36] Bjorne A, Berven A, Agerberg G. Cervical signs and symptoms in patients with Meniere’s disease: a controlled study. J Cranomandib Practice. 1998; 16 (3): 194-202.

[37] Bjorne A. Tinnitus aureum as an effect of increased tension in the lateral pterygoid muscle [letter]. Otolaryngol Head Neck Surg. 1993; 109: 969.

[38] Rubenstein B. Tinnitus and craniomandibular disorders – is there a link? [thesis]. Swed Dent J Suppl. 1993; 95

[39] Ciancaglini R., Loreti P., Radaelli G. Ear, nose and throat symptoms in patients with TMD: The association of symptoms according to severity of arthropathy. J Orofacial Pain. 1994; 8: 293-296.

[40] Wong E., Lee G., Mason T. Temporal headaches and associated symptoms relating to the styloid process and its attachments. Ann Academy of Medicine Singapore. 1995; 24: 124-128.

In vitro attachment of osteoblasts on contaminated rough titanium surfaces treated by Er:YAG laser

- Friedmann A.
  - Bernimoulin J.P.
- Antic L.
  - Purucker P.

Institute for Periodontology and Synoptic Dentistry, ChariteCenter 3, Zentrum fur Zahnmedizin, Universitätsmedizin Charite, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, Germany.

Microbial contamination of implant surfaces inhibits formation of new osseous tissues. Biocompatibility of sandblasted large grid (SLA) surface, after previous in vitro cocultivation with Porphyromonas gingivalis and concomitant Er:YAG laser irradiation of microorganisms, was tested by attachment of newly cultured osteoblasts. A total of 36 customized titanium cubes with SLA surface were placed into human osteoblast culture for 14 days. After removal of 1 control cube, 35 other cubes were contaminated with precultured P. gingivalis (ATCC33277) and incubated in broth medium for 1 week. Ablation was carried out on 32 cubes. Each side was treated for 23.5 s with a pulsed, water-cooled laser beam. After irradiation, cubes were again placed into fresh osteoblast culture for 2 weeks. One randomly selected single side per cube was analyzed by scanning electron microscope in 22 cubes. On other 10 cubes, vitality of attached cells was tested with ethidiumbromide staining by fluorescence microscopy. Three negative controls revealed constantly adherent P. gingivalis, and no osteoblasts were detectable after P. gingivalis contamination on the surfaces. Laser-treated specimens showed newly attached osteoblasts, extending over 50-80% of the surface. Positive control cube (without bacterial contamination) showed over 80% cell coverage of the surface. Vitality of widely stretched osteoblasts was confirmed by FITC staining. Our results indicate that Er:YAG laser was effective in removing P. gingivalis and cell compounds, offering an acceptable surface for new osteoblast attachment. (c) 2006 Wiley Periodicals, Inc. J Biomed Mater Res, 2006.

PMID: 16758451 [PubMed - in process]

Use of Er:YAG laser to improve osseointegration of titanium alloy implants – a comparison of bone healing

- Kesler G.
  - Koren R.
- Romanos G.

Department of Periodontology and Implant Dentistry, College of Dentistry, New York University, 345 East 24th Street, New York, NY 10010, USA.

**Purpose:** The objective of this study was to compare the osseointegration of implants in rats in sites prepared with an Er:YAG laser with osseointegration in sites prepared using a conventional drill by assessing the percentage of bone-implant contact (BIC). **Materials and methods:** Osteotomies were prepared with an Er:YAG laser in the tibiae of 18 rats (the test group) and drill-prepared with a 1.3-mm-wide surgical implant drill at 1,000 rpm with simultaneous saline irrigation in the tibiae of another 18 rats (the control group). Acid-etched titanium alloy implants (2 x 8 mm) were placed in the tibiae, engaging the opposite cortical plate. The Er:YAG laser was used with a regular handpiece and water irrigation (spot size, 2 mm; energy per pulse, 500 to 1,000 mJ; pulse duration, 400 ms; and energy density, 32 J/cm²). Nine animals from each group were sacrificed after 3 weeks of unloaded healing; the remainder were sacrificed after 3 months. The tissues were fixed and prepared for histologic and histomorphometric evaluation. **Results:** Statistical analysis showed significant differences between the 2 groups at both 3 weeks and 3 months. After 3 weeks of unloaded healing, the mean BICs (+/- SD) were 59.48% (+/- 21.89%) for the laser group and 12.85% (+/- 11.13%) for the control group. Following 3 months of unloaded healing, the mean BICs (+/- SD) were 73.54% (+/- 11.53%) for the laser group and 32.6% (+/- 6.39%) for the control group. **Discussion:** Preparation of the implant sites with the Er:YAG laser did not damage the interface; the healing patterns presented were excellent. **Conclusions:** Based on the results of this study, it may be concluded that the Er:YAG laser may be used clinically for implant site preparation with good osseointegration results and bone healing and with a significantly higher percentage of BIC compared to those achieved with conventional methods.

PMID: 16796279 [PubMed - indexed for MEDLINE]

Acceptance and efficiency of Er:YAG laser for cavity preparation in children

- Liu J.F.
  - Shu W.Y.
- Lai Y.L.
  - Purucker P.

School of Dentistry, National Yang-Ming University, Taiwan., Department of Dentistry, Taichung Veterans General Hospital, Taiwan.

**Objective:** To evaluate the clinical efficiency and patient acceptance during cavity preparation in children, a direct comparison was made between Er:YAG laser preparation and conventional mechanical preparation of caries using a split-mouth design. **Background Data:** The Er:YAG laser system was developed for cutting dental hard tissue and has been approved as a useful alternative method for cavity preparation. **Methods:** Children with previously unrestored and matched carious cavities in non-pulpally involved anterior teeth were selected, and the sequential order of treatment was randomized. In total, 40 children from 4 to 12 years old took part in the study. Two teeth each in the 40 patients were prepared without anesthesia and restored with a light-cured compomer following application of a bonding agent. The time spent on cavity preparation and the behavior of the patients during cavity preparation were recorded; finally, a modified face scale was used for pain assessment. In addition, the children were asked to indicate whether they found the laser or the mechanical approach more uncomfortable, and their preferred treatment when undergoing future caries therapy. **Results:** The analysis of pain indicated that 82.5% of children felt no pain at all with the laser preparation, and they also showed much more body and head movement with the conventional mechanical preparation. Although the Er:YAG laser took about 2.35 times longer to prepare the same type of cavity, 92% of the children said that they would prefer laser preparation for further caries therapy. **Conclusion:** Cavity preparation with the Er:YAG laser would seem to be an option for fearful children, since it produces less pain and has acceptable efficiency compared to the conventional mechanical preparation.

PMID: 16942429 [PubMed - in process]

Clinical application of Er:YAG laser for cavity preparation in children

- Kato J.
  - Jayawardena J.A.
- Moriya K.
  - Wijeyeweera R.L.

Developmental Oral Health Science, Department of Orofacial Development and Function, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University, Japan. kato.pedo@dent.tmd.ac.jp

**Objective:** The purpose of this study was to determine the clinical usefulness of Er:YAG laser for cavity preparation in children. **Background data:** The conventional methods for cavity preparation instill fear and discomfort in paediatric patients. The Er:YAG laser is a new tool developed for cavity preparation; however, there are few reports of its clinical application. **Materials and methods:** A clinical evaluation using an Er:YAG laser was carried out using 32 subjects (with 16 deciduous and 19 permanent teeth) with ages ranging from 2 to 12 years. All cavities were restored with light-cured composite resin following the application of bonding agent, but without acid etching or primer conditioning. **Results:** During laser treatment, the paediatric patients were very cooperative and hardly complained of any pain, and no tooth showed undesirable effects during the 3-year period of observation. **Conclusion:** It can be concluded from the results of this study that an Er:YAG laser would be a useful alternative method for cavity preparation for composite resin restoration in children.

PMID: 12828850 [PubMed - indexed for MEDLINE]

Comparison of marginal micro leakage of flowable composite restorations in primary molar prepared by high speed carbide bur, Er:YAG laser and air abrasion

- Borsatto M.C.
  - Cheinelatti M.A.
  - de la Rocha R.A.
  - Palma-Dibb R.G.
- Corona S.A.
  - Ramos R.P.
  - Pecora J.D.

Department of Pediatric Clinics, Social and Preventive Dentistry, Ribeirao Preto School of Dentistry, University of Sao Paulo, Brazil.

**Purpose:** The purpose of this study was to assess in vitro the influence of 3 cavity preparation devices (carbide bur, Er:YAG laser, and air abrasion) on the micro leakage of flowable composite restorations in primary teeth. **Methods:** Fifteen primary second molars were selected, and Class V cavities were prepared on the buccal/lingual surfaces, being assigned to 3 groups (n= 10). Group 1 (control) was prepared using a high-speed hand piece and was acid etched. Group 2 was prepared and treated with a Er:YAG laser (400mJ/4Hz and 80mJ/4Hz, respectively) and was acid etched. Group 3 was prepared and treated with an air abrasion system and was acid etched. Cavities were restored and stored for 7 days. Restorations were polished, thermo cycled, immersed in 0.2% rhodamine B, sectioned, and analyzed for leakage. **Results:** Er:YAG laser-prepared cavities showed the highest degree of infiltration. The performance of the air abrasion device was comparable to that of the high-speed hand piece. **Conclusion:** It may be concluded that the method of cavity preparation affected the micro leakage of Class V cavities restored with flowable composite in primary teeth.

PMID: 16948375 [PubMed - in process]

Er:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance

- Borsatto M.C.
  - Cheinelatti M.A.
  - de la Rocha R.A.
  - Palma-Dibb R.G.
- Corona S.A.
  - Ramos R.P.
  - Pecora J.D.

Surgery, University of Ulm, Germany.

**Objectives:** In previous studies it has been demonstrated that the Er:YAG laser can be used to prepare cavities efficiently and without thermal damage to the adjacent dental hard and soft tissues. To investigate the patients’ response to Er:YAG laser preparation of teeth, a prospective clinical study was performed in five dental hospitals. **Methods:** To evaluate patients’ perception and response to cavity preparation a direct comparison was made between conventional mechanical preparation and Er:YAG laser preparation of caries in dental hard tissues. Half of the preparations were completed by the laser alone with standardized parameters, with the other half being mechanically prepared. The sequential order of treatment was randomized, and clinical parameters such as depth and location of the cavities were carefully balanced. A three-score evaluation scheme of patient responses was used: comfortable, uncomfortable, very uncomfortable. In addition the patients were asked to decide which was the more uncomfortable form of treatment and the preferred treatment for future caries therapy. **Results:** The study included 103 patients with 206 preparations distributed amongst 194 teeth. All teeth gave vital responses (ice test) before and after both types of treatment. The laser treatment was found to be more comfortable than the mechanical treatment, with high statistical significance. During treatment, the need for local anaesthesia was 11% for mechanical preparation compared to 6% during laser application. It was found that 80% of the patients rated the conventional preparation as more uncomfortable than the laser treatment and 82% of the patients indicated that they would prefer the Er:YAG laser preparation for further caries treatment. **Conclusions:** The application of the Er:YAG laser system is a more comfortable alternative or adjunctive method to conventional mechanical cavity preparation.

PMID: 9793286 [PubMed - indexed for MEDLINE]



8. Anhang

Applikationstabellen für

- elexxion claros pico
- elexxion claros nano
- elexxion claros
- elexxion duros / delos

Applikationstabelle für claros pico

| Fig.                                                                                               | Programm                     | Puls-leistung [W] | Puls-frequenz [Hz] | Puls-dauer [µs] | Beschreibung                                                                                                                               | Mittl. Leistung [W] |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  Endodontie       |                              |                   |                    |                 |                                                                                                                                            |                     |
| E1                                                                                                 | Keimreduktionen der Kanäle   | 1,0               | CW                 | 25              | pico Endo/200, Faser möglichst bis zum Apex, kreisend auf und ab                                                                           | 0,5                 |
| E2                                                                                                 | Keimreduktionen retrograd    | 1,0               | CW                 | 25              | pico Endo/200, versuchen Sie, alle Areale zu erreichen                                                                                     | 0,5                 |
| E3                                                                                                 | Pulpenüberkappungen          | 1,0               | CW                 | 25              | pico Chirurgie/600, mit kreisenden Bewegungen in kurzem Abstand bestrahlen. Sofort Blutstillung, entzündungshemmend, fördert Dentinbildung | 0,5                 |
|  Parodontologie |                              |                   |                    |                 |                                                                                                                                            |                     |
| P1                                                                                                 | Keimreduktion der Taschen    | 1,0               | CW                 | 25              | pico Paro/300 oder 400, unter Bewegung möglichst alle Areale erfassen                                                                      | 0,5                 |
| P2                                                                                                 | Membranen dekontaminieren    | 1,0               | CW                 | 25              | pico Chirurgie/600, Membran flächig unter geringem Abstand bestrahlen                                                                      | 0,5                 |
|  Chirurgie      |                              |                   |                    |                 |                                                                                                                                            |                     |
| S1                                                                                                 | Implantate dekontaminieren   | 5,0               | 12.000             | 25              | pico Chirurgie/200/300, unter Bewegung möglichst alle Areale erfassen                                                                      | 2,5                 |
| S2                                                                                                 | Periimplantitis, chirurgisch | 5,0               | 12.000             | 25              | pico Chirurgie/400/600, zur Entf. des Granulationsgewebes. Helferlin bitte absaugen                                                        | 2,5                 |

| Fig.                                                                                          | Programm                   | Puls-leistung [W] | Puls-frequenz [Hz] | Puls-dauer [µs] | Beschreibung                                                                    | Mittl. Leistung [W] |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  Chirurgie |                            |                   |                    |                 |                                                                                 |                     |
| S3                                                                                            | Bleaching                  | 5,0               | 12.000             | 25              | pico T, 30 Sekunden je Zahn. elexxion Bleachinggel „OdoBleach“ verwenden.       | 2,5                 |
| S4                                                                                            | Kürettagen                 | 5,0               | 16.000             | 25              | pico Chirurgie/400, Granulations-gewebe entfernen                               | 2,5                 |
| S5                                                                                            | Aphthen                    | 5,0               | 16.000             | 25              | pico Chirurgie/600 mit ca. 1 mm Abstand rasterförmig bewegen                    | 2,5                 |
| S6                                                                                            | Gingivektomien vor Abdruck | 5,0               | 16.000             | 25              | pico Chirurgie/400/600, anstei-gend von Frontzahn bis hinteren Moralen          | 2,5                 |
| S7                                                                                            | Sulcus-Präparationen       | 5,0               | 16.000             | 25              | pico Chirurgie/300, für Frontzähne, 400/600 für die Moralen                     | 2,5                 |
| S8                                                                                            | Abszess eröffnen           | 5,0               | 20.000             | 25              | pico Chirurgie/200, punktuell max. in den Abszess eindringen                    | 2,5                 |
| S9                                                                                            | Blutstillung               | 5,0               | 20.000             | 25              | pico Chirurgie/600, Abstand von ca. 2 mm halten                                 | 2,5                 |
| S10                                                                                           | Frenektomien               | 5,0               | 20.000             | 25              | pico Chirurgie/600, Gewebe straf-fen, parallel zum Kieferkamm lösen, keine Naht | 2,5                 |
| S11                                                                                           | Implantate freilegen       | 5,0               | 20.000             | 25              | pico Chirurgie/600, von Schrauben-mitte nach außen, Abdruck sofort möglich      | 2,5                 |
| S12                                                                                           | Probebiopsien              | 5,0               | 20.000             | 25              | pico Chirurgie 400, Gewebe straffen, Keilexcision                               | 2,5                 |
| S13                                                                                           | Retensions-Zysten          | 5,0               | 20.000             | 25              | pico Chirurgie 300, Zystenbalg möglichst unverletzt herauslösen                 | 2,5                 |
| S14                                                                                           | Retinierte Zähne freilegen | 5,0               | 20.000             | 25              | pico Chirurgie 400, Freilegen retinierter Zähne (nur Weichgewebe)               | 2,5                 |

Softlaser - Applikationstabelle für claros pico

| Nr. | Indikation              | Puls-leistung [mW] | Puls-frequenz [Hz] | Zeit [s] | Beschreibung                                                               | Dosis [J] |
|-----|-------------------------|--------------------|--------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| L1  | Abszesse reifen         | 100                | 20.000             | 100      | pico T, kreisend um Abszess, Schmerz lässt nach, 2-4 Behandl.              | 10,0      |
| L2  | Allergien gegen Metalle | 100                | 20.000             | 180      | pico T, gesamtes Areal bestreichen, Allergie baut sich ab, 3 Behandl.      | 18,0      |
| L3  | Aphthen                 | 100                | 20.000             | 80       | pico T, wenn möglich direkt bestreichen, Aphthe schmilzt ein, 2-3 Behandl. | 8,0       |
| L4  | Dekubitus               | 100                | 20.000             | 60       | pico T, direkt auf die Druckstelle, lindert sofort den Schmerz             | 6,0       |
| L5  | Dentitio difficilis     | 100                | 20.000             | 90       | pico T, Entzündung geht rasch zurück, 2-3 Behandl.                         | 9,0       |
| L6  | Dolor post              | 100                | 20.000             | 100      | pico T, sofort nach Extraktion ins Wundgebiet, schnellere Wundheilung      | 10,0      |
| L7  | Gingivitis              | 100                | 20.000             | 70       | pico T, Saum bestreichen, Blutung und Schmerz klingen ab, 2-3 Behandl.     | 7,0       |
| L8  | Granulome               | 100                | 20.000             | 80       | pico T, möglichst nah bestrahlen, schnelle Abheilung, 1-2 Behandl.         | 8,0       |
| L9  | Hämatome                | 100                | 20.000             | 90       | pico T, nah bestrahlen, beschleunigte Resorption, 1-2 Behandl.             | 9,0       |
| L10 | Herpes labialis         | 100                | 20.000             | 90       | pico T, Bläschen trocknen, Spannung lässt nach, 2-3 Behandl.               | 9,0       |
| L11 | Kiefergelenkbeschwerden | 100                | 20.000             | 60       | pico T, Schmerzlinderung, behebt aber nicht die Ursache, 2 Behandl.        | 6,0       |
| L12 | Kieferklemme lösen      | 100                | 20.000             | 60       | pico T, jede Seite bestrahlen, direkt auf die Gelenke halten               | 6,0       |
| L13 | Kieferostitis           | 100                | 20.000             | 30       | pico T, Dolor post Vorsorge, gesamtes OP-Gebiet bestrahlen, 2 Behandl.     | 3,0       |
| L14 | Narben glätten          | 100                | 20.000             | 90       | pico T, je nach Alter der Narbe 10-15 Behandl.                             | 9,0       |

| Nr. | Indikation              | Puls-leistung [mW] | Puls-frequenz [Hz] | Zeit [s] | Beschreibung                                                          | Dosis [J] |
|-----|-------------------------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| L15 | Neuralgiforme Schmerzen | 100                | 20.000             | 120      | pico T, auf vermuteten Schmerzpunkt aufsetzen, hilft meistens sofort  | 12,0      |
| L16 | Ödeme                   | 100                | 20.000             | 120      | pico T, Spannung lässt sofort nach, schnelle Resorption, 2-3 Behandl. | 12,0      |
| L17 | Parodontose, initial    | 100                | 20.000             | 120      | pico T, erkranktes Zahnfleisch bestrahlen, 2-3 Behandl.               | 12,0      |
| L18 | Parodontitis, initial   | 100                | 20.000             | 120      | pico T, möglichst apexnah bestrahlen                                  | 12,0      |
| L19 | Pulpenüberkappung       | 100                | 20.000             | 90       | pico T, direkt an offener Stelle aufsetzen, entzündungshemmend        | 9,0       |
| L20 | Pulpitis, initial       | 100                | 20.000             | 80       | pico T, direkt auf das freie Pulpenhorn, Beruhigung der Pulpa         | 8,0       |
| L21 | Schmerzen allgemein     | 100                | 20.000             | 120      | pico T, möglichst nah auf das Schmerzzentrum halten                   | 12,0      |
| L22 | Säuretrauma             | 100                | 20.000             | 120      | pico T, Gingiva beidseitig bestrahlen, völlige Schmerzbefreiung       | 12,0      |
| L23 | Schleiftrauma           | 100                | 20.000             | 120      | pico T, nach 2 Min. Blutstillung, sofortige Besserung                 | 12,0      |
| L24 | Sinusitis               | 100                | 20.000             | 60       | pico T, bei frühzeitiger Anwendung wird der Ausbruch verhindert       | 6,0       |
| L25 | Stomatitis              | 100                | 20.000             | 90       | pico T, schnelles Abklingen der Entzündung, 5 Behandl.                | 9,0       |
| L26 | Wundheilung             | 100                | 20.000             | 120      | pico T, ATP-Prozess wird um das ca. 4-fache beschleunigt              | 12,0      |
| L27 | Würgereiz unterdrücken  | 100                | 20.000             | 70       | pico T, direkt KG24 und LG25 bestrahlen, hilft für ca. 20 Min.        | 7,0       |
| L28 | WSR-Wundbehandlung      | 100                | 20.000             | 120      | pico T, direkt im Apex Bereich ansetzen, Vermeidung von Ödemen        | 12,0      |

Applikationstabelle für claros nano

| Fig.                                                                                             | Programm                    | Puls-leistung [W] | Puls-frequenz [Hz] | Puls-dauer [µs] | Beschreibung                                                                                                              | Mittl. Leistung [W] |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  Endodontie     |                             |                   |                    |                 |                                                                                                                           |                     |
| E1                                                                                               | Wurzelkanal Dekontamination | 4,0               | 20k                | 17              | Keimreduktion 300 µm, bestrahlen Sie die Faser ständig bewegend, möglichst alle Flächen                                   | 1,33                |
| E2                                                                                               | Pulpenüberkappungen         | 5,0               | 12k                | 17              | Überkappung von Pulpen, 300 µm Faser                                                                                      | 1,00                |
| E3                                                                                               | Implantate freilegen        | 15,0              | 8k                 | 17              | Freilegung von Implantaten, 400 µm Faser                                                                                  | 2,01                |
| E4 - E9                                                                                          | Temp. Frei programmierbar   | 1,0               | CW                 | CW              | <b>Achtung – Dekontamination: max. 1,5 W (durchschn.)/15 sec pro Zahn</b>                                                 | 1,00                |
|  Parodontologie |                             |                   |                    |                 |                                                                                                                           |                     |
| P1                                                                                               | Kürettage                   | 15,0              | 2,5k               | 17              | Keimreduktion 300 µm, bestrahlen Sie die Faser ständig bewegend- möglichst alle Flächen                                   | 0,62                |
| P2                                                                                               | Kürettage stark             | 15,0              | 6k                 | 17              | Granulationsgewebe entfernen, 300µm Faser                                                                                 | 1,50                |
| P3                                                                                               | Koagulation                 | 1,0               | CW                 | CW              | Koagulation von Weichgewebe 300/400 µm                                                                                    | 1,00                |
| P4                                                                                               | Keimreduktion in Taschen    | 1,0               | CW                 | CW              | Reduktion der Bakterienzahl, 200 µm, die Faser so weit wie möglich an den Apex heranzuführen, kreisend auf und ab bewegen | 1,00                |
| P5 - P9                                                                                          | Temp. Frei programmierbar   | 1,0               | CW                 | CW              | <b>Achtung –Dekontamination: max. 1,5W (durchschn.)/15 sec pro Zahn</b>                                                   | 1,00                |

| Fig.                                                                                                      | Programm                  | Puls-leistung [W] | Puls-frequenz [Hz] | Puls-dauer [µs] | Beschreibung                                                                                                                                                     | Mittl. Leistung [W] |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  Chirurgie             |                           |                   |                    |                 |                                                                                                                                                                  |                     |
| S1                                                                                                        | Abtrag für Kronen         | 15,0              | 5k                 | 17              | Kronen und Brücken, 300/400 µm                                                                                                                                   | 1,28                |
| S2                                                                                                        | Gingivektomie             | 15,0              | 9k                 | 17              | 300/400/600 µm                                                                                                                                                   | 1,50                |
| S3                                                                                                        | Frenektomie               | 15,0              | 12k                | 17              | 400/600 µm, Gewebe straffen , frei beweglich parallel zum Alveolar-kamm, keine Naht                                                                              | 3,00                |
| S4                                                                                                        | Fibrom Entfernung         | 1,0               | 10k                | CW              | 400/600 µm, Gewebe straffen mit chirurgischer Pinzette                                                                                                           | 2,55                |
| S5                                                                                                        | Hochleistungs-Chirurgie   | 15,0              | 20k                | 17              | Hochleistungsprogramm 400/600 µm                                                                                                                                 | 5,10                |
| S6 - S9                                                                                                   | Temp. frei programmierbar | 1,0               | CW                 | CW              | <b>Die Ausgangsleistung ist abhängig von der speziellen Anwendung. Starte immer mit niedriger Leistung und erhöhe falls notwendig.</b>                           | 1,00                |
|  Frei programmierbar |                           | 1,0               | CW                 | CW              | <b>Die Ausgangsleistung ist abhängig von der speziellen Anwendung. Starte immer mit niedriger Leistung und erhöhe falls notwendig</b>                            | CW                  |
|                                                                                                           | Bleaching                 | 15,0              | 6k                 |                 | Jeden Zahn mit ergo T8 für 15 Sekunden flächig bestrahlen und dann zum nächsten Zahn wechseln. Prozedur 2-4 mal wiederholen bis zur gewünschten Helligkeitsstufe |                     |

Alle 36 Programme sind programmierbar innerhalb der folgenden Parametersätze:

**Dauerstrichbetrieb:** 0,01 - 7,0W (Durchschnitt)  
**Pulsbetrieb:** 0,5 – 15,0W (Puls) / 0,1-20,0 kHz / min. 17µs / 0,01 -5,1W (Durchschnitt)

Die Programmparameter in den Bereichen Endodontie, Parodontologie und Chirurgische Anwendungen werden im Stand-by Mode auf die Fabrikeinstellungen zurückgesetzt



Softlaser - Applikationstabelle für claros nano

| Nr. | Indikation              | Puls-<br>leistung<br>[mW] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Zeit<br>[s] | Beschreibung                                                           | Dosis<br>[J] |
|-----|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| L1  | Abszesse reifen         | 70                        | 7.000                     | 100         | T8, kreisend um Abszess, Schmerz lässt nach, 2-4 Behandl.              | 3,5          |
| L2  | Allergien gegen Metalle | 20                        | 2.400                     | 180         | T8, gesamtes Areal bestreichen, Allergie baut sich ab, 3 Behandl.      | 1,8          |
| L3  | Aphthen                 | 60                        | 1.500                     | 80          | T4, wenn möglich direkt bestreichen, Aphthe schmilzt ein, 2-3 Behandl. | 2,4          |
| L4  | Dekubitus               | 70                        | 3.500                     | 60          | T4/T8, direkt auf die Druckstelle, lindert sofort den Schmerz          | 2,1          |
| L5  | Dentitio difficilis     | 80                        | 7.000                     | 90          | T8, Entzündung geht rasch zurück, 2-3 Behandl.                         | 3,6          |
| L6  | Dolor post              | 60                        | 7.200                     | 100         | T4, sofort nach Extraktion ins Wundgebiet, schnellere Wundheilung      | 3            |
| L7  | Gingivitis              | 60                        | 2.500                     | 70          | T4, Saum bestreichen, Blutung und Schmerz klingen ab, 2-3 Behandl.     | 2,1          |
| L8  | Granulome               | 70                        | 8.500                     | 80          | T4, möglichst nah bestrahlen, schnelle Abheilung, 1-2 Behandl.         | 2,8          |
| L9  | Hämatome                | 40                        | 3.500                     | 90          | T4, nah bestrahlen, beschleunigte Resorption, 1-2 Behandl.             | 1,8          |
| L10 | Herpes labialis         | 40                        | 4.000                     | 90          | T4, Bläschen trocknen, Spannung lässt nach, 2-3 Behandl.               | 1,8          |
| L11 | Kiefergelenkbeschwerden | 100                       | 4.000                     | 60          | T8, Schmerzlinderung, behebt aber nicht die Ursache, 2 Behandl.        | 3            |
| L12 | Kieferklemme lösen      | 100                       | 4.000                     | 60          | T4, jede Seite bestrahlen, direkt auf die Gelenke halten               | 3            |
| L13 | Kieferostitis           | 90                        | 8.000                     | 30          | T8, dolor post Vorsorge, gesamtes OP-Gebiet bestrahlen, 2 Behandl.     | 1,35         |
| L14 | Narben glätten          | 100                       | 4.000                     | 90          | T8, je nach Alter der Narbe 10-15 Be-handl.                            | 4,5          |

| Nr. | Indikation              | Puls-<br>leistung<br>[mW] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Zeit<br>[s] | Beschreibung                                                      | Dosis<br>[J] |
|-----|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| L15 | Neuralgiforme Schmerzen | 60                        | 7.000                     | 120         | T4, auf vermuteten Schmerzpunkt aufsetzen, hilft meistens sofort  | 3,6          |
| L16 | Ödeme                   | 60                        | 4.000                     | 120         | T4, Spannung lässt sofort nach, schnelle Resorption, 2-3 Behandl. | 3,6          |
| L17 | Parodontose, initial    | 80                        | 9.600                     | 120         | T4, erkranktes Zahnfleisch bestrahlen, 2-3 Behandl.               | 4,8          |
| L18 | Parodontitis, initial   | 60                        | 6.000                     | 120         | T4, möglichst apexnah bestrahlen                                  | 3,6          |
| L19 | Pulpenüberkappung       | 20                        | 1.500                     | 90          | T4, direkt an offener Stelle aufsetzen, entzündungshemmend        | 1,0          |
| L20 | Pulpitis, initial       | 20                        | 1.000                     | 80          | T4, direkt auf das freie Pulpenhorn, Beruhigung der Pulpa         | 0,8          |
| L21 | Schmerzen allgemein     | 50                        | 6.000                     | 120         | T4, möglichst nah auf das Schmerzzentrum halten                   | 3            |
| L22 | Säuretrauma             | 70                        | 8.400                     | 120         | T4, Gingiva beidseitig bestrahlen, völlige Schmerzbefreiung       | 4,2          |
| L23 | Schleiftrauma           | 70                        | 8.400                     | 120         | T4, nach 2 Min. Blutstillung, sofortige Besserung                 | 4,2          |
| L24 | Sinusitis               | 20                        | 2.400                     | 60          | T4, bei frühzeitiger Anwendung wird der Ausbruch verhindert       | 0,6          |
| L25 | Stomatitis              | 20                        | 2.000                     | 90          | T4, schnelles Abklingen der Entzündung, 5 Behandl.                | 0,9          |
| L26 | Wundheilung             | 70                        | 8.000                     | 120         | T4, ATP- Prozess wird um das ca. 4-fache beschleunigt             | 4,2          |
| L27 | Würgereiz unterdrücken  | 60                        | 1.500                     | 70          | T4, direkt KG24 und LG25 bestrahlen, hilft für ca. 20 Min.        | 2,1          |
| L28 | WSR-Wundbehandlung      | 30                        | 3.500                     | 120         | T4, direkt im Apex Bereich ansetzen, Vermeidung von Ödemen        | 1,8          |

Applikationstabelle für claros 30/50W

| Nr.       | Programm                   | Puls-leistung [W] | Puls-frequenz [Hz] | Puls-dauer [µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                           | Mittl. Leistung [W] |
|-----------|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------|------|------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Chirurgie |                            |                   |                    |                 |          |      |                                                                        |                     |
| C1        | Chirurgie, allgemein       | 50                | 20.000             | 15              | –        | –    | High Performance: Faser 400 / 600 relativ schnell führen!              | 15,00               |
| C2        | Abszesse eröffnen          | 10                | 20.000             | 20              | L6       | –    | 200 µm, punct. max. in Abszess eindringen                              | 4,00                |
| C3        | Aphthen                    | 30                | 10.000             | 10              | L6       | –    | 600 µm, mit ca. 1 mm Abstand rasterförmig bewegen                      | 3,00                |
| C4        | Blutstillungen             | 50                | 12.000             | 10              | –        | –    | 600 µm, Abstand von ca. 2 mm halten                                    | 6,00                |
| C5        | Kürettagen                 | 25                | 15.000             | 10              | –        | –    | 400 / 600 µm, Granulations-gewebe entfernen                            | 3,75                |
| C6        | Epuliden                   | 30                | 13.330             | 10              | L6       | –    | 400 µm, gigantocellularis, granulomatosa, fibrosa, Gewebe straffen     | 4,00                |
| C7        | Fibrome                    | 40                | 12.500             | 10              | L6       | –    | 400 / 600 µm, mit chirurgischer Pinzette Gewebe straffen               | 5,00                |
| C8        | Frenektomien               | 50                | 12.000             | 10              | L6       | –    | 600 µm, Gewebe straffen, parallel zum Kieferkamm lösen,keine Naht      | 6,00                |
| C9        | Gingivektomien vor Abdruck | 25                | 15.000             | 10              | L6       | –    | 200/400/600 µm, ansteigend von Frontzähnen bis zu den hinteren Molaren | 3,75                |
| C10       | Granulome                  | 40                | 12.500             | 10              | L6       | –    | 400 µm, mit chirurgischer Pinzette Gewebe straffen                     | 5,00                |
| C11       | Hämangiome                 | 25                | 15.000             | 10              | L6       | –    | 300 / 400 µm, kreisförmig auslösen, je nach Größe keine Naht           | 3,75                |
| C12       | Hyperplasien               | 50                | 12.000             | 10              | L6       | –    | 600 µm, mit ca. 1 mm Abstand rasterförmig bewegen                      | 6,00                |
| C13       | Implantate freilegen       | 15                | 15.000             | 10              | L6       | –    | 600 µm, von Schraubenmitte nach außen, Abdruck sofort möglich          | 2,25                |

| Nr.       | Programm                     | Puls-leistung [W] | Puls-frequenz [Hz] | Puls-dauer [µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                          | Mittl. Leistung [W] |
|-----------|------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------|------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Chirurgie |                              |                   |                    |                 |          |      |                                                                       |                     |
| C14       | Implantate dekontaminieren   | 1,0               | CW                 | CW              | –        | 15   | 200/300 µm, unter Bewegung möglichst alle Areale erfassen             | 1,00                |
| C15       | Keimreduktionen allgem.      | 1,0               | CW                 | CW              | –        | 15   | 200/300 µm, unter Bewegung möglichst alle Areale erfassen             | 1,00                |
| C16       | Lappen-Operationen           | 25                | 15.000             | 10              | L6       | –    | 300 µm, Operationsfeld bleibt übersichtlich und blutungsfrei          | 3,75                |
| C17       | Periimplantitis, chirurgisch | 25                | 15.000             | 10              | I3       | –    | 400/600 µm, zur Entf. des Granulationsgew., HelferIn bitte absaugen   | 3,75                |
| C18       | Probebiopsien                | 30                | 13.330             | 10              | L6       | –    | 400 µm, Gewebe straffen, Keilexcision                                 | 4,00                |
| C19       | Retentions-Zysten            | 30                | 13.330             | 10              | L6       | –    | 300 µm, Zystenbalg möglichst unverletzt herauslösen                   | 4,00                |
| C20       | Retinierte Zähne freilegen   | 25                | 15.000             | 10              | L6       | –    | 400 µm, Brackets kleben sicher, da das Wundgebiet trocken ist         | 3,75                |
| C21       | Schlotterkämme               | 50                | 12.000             | 10              | L6       | –    | 600 µm, mit chirurgischer Pinzette Gewebe straffen                    | 6,00                |
| C22       | Sickerblutungen              | 50                | 12.000             | 10              | L6       | –    | 600 µm, Abstand ca.2 mm, Verschorfung der Blutung                     | 6,00                |
| C23       | Sulcus-Präparationen         | 30                | 13.330             | 10              | L6       | –    | 300 µm, für Frontzähne, 400 / 600 µm für die Molaren                  | 4,00                |
| C24       | Verrucae                     | 25                | 15.000             | 10              | L6       | –    | 300 / 400 µm, mit chirurgischer Pinzette Gewebe straffen              | 3,75                |
| C25       | Vestibulum- Plastiken        | 25                | 15.000             | 10              | L6       | –    | 400/600 µm, Lippe bzw. Wange abziehen und Gewebe straffen             | 3,75                |
| C26       | Wurzelspitzen-Resektionen    | 25                | 15.000             | 10              | E3       | –    | 300/400 µm, Granulations-gewebe entfernen, mit 200 µm dekontaminieren | 3,75                |

| Nr.            | Programm                         | Puls-<br>leistung<br>[W] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Puls-<br>dauer<br>[µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                                     | Mittl.<br>Leistung<br>[W] |
|----------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------|------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Implantologie  |                                  |                          |                           |                        |          |      |                                                                                  |                           |
| I1             | Frenektomien                     | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, Gewebe straffen,<br>parallel zum Kieferkamm<br>lösen,keine Naht          | 6,00                      |
| I2             | Gingivektomien vor<br>Abdruck    | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 300/400/600 µm, ansteigend<br>von den Frontzähnen bis zu den<br>hinteren Molaren | 3,75                      |
| I3             | Implantate<br>dekontaminieren    | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | –    | 200/300 µm, unter Bewegung<br>möglichst alle Areale erfassen                     | 1,00                      |
| I4             | Implantate freilegen             | 15                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, von Schraubenmitte<br>nach außen, Abdruck sofort<br>möglich              | 2,25                      |
| I5             | Lappen- Operationen              | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 200/300 µm, Operationsfeld<br>bleibt übersichtlich und<br>blutungsfrei           | 3,75                      |
| I6             | Periimplantitis,<br>chirurgisch  | 25                       | 15.000                    | 10                     | I3       | –    | 400/600 µm zur Entf. des<br>Granulationsgew., HelferIn<br>bitte absaugen         | 3,75                      |
| I7             | Vestibulum- Plastiken            | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 400/600 µm, Lippe bzw. Wange<br>abziehen und Gewebe straffen                     | 3,75                      |
| I8             | Kombiprogramm<br>Periimplantitis | –                        | –                         | –                      | –        | –    | Zur Aufrüstung beraten<br>wir Sie gerne                                          | –                         |
| Parodontologie |                                  |                          |                           |                        |          |      |                                                                                  |                           |
| P1             | Beruhigung der<br>Taschen        | 1,5                      | 1.500                     | 444                    | L6       | 15   | T8 Glasstab, nah an die Taschen,<br>Schmerz lässt nach                           | 1,00                      |
| P2             | Gingivektomien, extern           | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, wenn möglich<br>Gewebe straffen                                          | 6,00                      |
| P3             | Gingivektomien, intern           | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 300/400/600 µm                                                                   | 3,75                      |
| P4             | Hyperplasien                     | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm,mit ca. 1 mm Abstand<br>rasterförmig bewegen                              | 6,00                      |
| p5             | Keimreduktion der<br>Taschen     | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 300 µm, unter Bewegung<br>möglichst alle Areale erfassen                         | 1,00                      |

| Nr.            | Programm                      | Puls-<br>leistung<br>[W] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Puls-<br>dauer<br>[µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                               | Mittl.<br>Leistung<br>[W] |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------|------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Parodontologie |                               |                          |                           |                        |          |      |                                                                            |                           |
| P6             | Membranen<br>dekontaminieren  | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 300 µm                                                                     | 1,00                      |
| P7             | offene Kürettagen             | 25                       | 15.000                    | 10                     | –        | –    | 300/400/600 µm                                                             | 3,75                      |
| P8             | Taschen-Reduktionen           | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 300/400 µm                                                                 | 3,75                      |
| Endodontie     |                               |                          |                           |                        |          |      |                                                                            |                           |
| E1             | Keimreduktionen<br>der Kanäle | 1,5                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 200 µm Faser, möglichst bis<br>zum Apex, kreisend auf und ab               | 1,50                      |
| E2             | Keimreduktionen<br>retrograd  | 1,5                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 200 µm, versuchen Sie,<br>alle Areale zu erreichen                         | 1,50                      |
| E3             | Pulpenüberkappungen           | 5                        | 10.000                    | 20                     | –        | –    | T4, sofort Blutstillung, entzün-<br>dungshemmend, fördert<br>Dentinbildung | 1,00                      |
| E4             | Sulcus - Präparationen        | 30                       | 13.330                    | 10                     | L6       | –    | 200 µm, Frontzähne,<br>ansteigend bis 600 µm bei<br>hinteren Molaren       | 4,00                      |



| Nr.        | Programm                      | Puls-leistung [W] | Puls-frequenz [Hz] | Puls-dauer [µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                     | Mittl. Leistung [W] |
|------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------|------|------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Hartgewebe |                               |                   |                    |                 |          |      |                                                                  |                     |
| H1         | Bleaching                     | 1,5               | CW                 | CW              | –        | 15   | T8 Glasstab, dicht über dem Gel immer 2 Zähne bestreichen        |                     |
| H2         | Dekontamination von Membranen | 1,0               | CW                 | CW              | –        | 15   | 600 µm, wenn möglich unter Kontakt                               | 1,00                |
| H3         | Implantat-Dekontaminationen   | 1,0               | CW                 | CW              | –        | 15   | 300/400 µm, wenn möglich unter Kontakt                           | 1,00                |
| H4         | Kavitäten-Dekontamination     | 1,0               | CW                 | CW              | –        | 15   | 600 µm, wenn möglich unter Kontakt                               | 1,00                |
| H5         | Kavitäten-Präparation         | –                 | –                  | –               | –        | –    | zur Aufrüstung beraten wir Sie gerne                             | –                   |
| H6         | Konkremente entfernen         | –                 | –                  | –               | –        | –    | zur Aufrüstung beraten wir Sie gerne                             | 1,50                |
| H7         | Überempfindliche Zähne        | 1,5               | CW                 | CW              | –        | 15   | T8 Glasstab, Elmex fluid, wenn möglich Zahn komplett bestreichen | 1,50                |
| H8         | Zahnoberflächen-Bestrahlung   | 1,5               | CW                 | CW              | –        | 15   | 600 µm, wenn möglich unter Kontakt                               | 1,50                |
| H9         | Zahnstumpf-Empfindlichkeit    | 1,5               | 100                | 3000            | –        | 10   | T8 Glasstab verwenden, vor dem Einsetzen der Kronen bestrahlen   | 0,45                |

Softlaser - Applikationstabelle für claros 30/50W

| Nr. | Indikation               | Puls-leistung [mW] | Puls-frequenz [Hz] | Zeit [s] | Beschreibung                                                           | Dosis [J] |
|-----|--------------------------|--------------------|--------------------|----------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| L1  | Abszesse reifen          | 70                 | 7.000              | 100      | T8, kreisend um Abszess, Schmerz lässt nach, 2-4 Behandl.              | 3,5       |
| L2  | Allergien gegen Metalle  | 20                 | 3.000              | 180      | T8, gesamtes Areal bestreichen, Allergie baut sich ab, 3 Behandl.      | 1,8       |
| L3  | Aphthen                  | 60                 | 1.800              | 80       | T4, wenn möglich direkt bestreichen, Aphthe schmilzt ein, 2-3 Behandl. | 2,4       |
| L4  | Dekubitus                | 70                 | 3.500              | 60       | T4/T8, direkt auf die Druckstelle, lindert sofort den Schmerz          | 2,1       |
| L5  | Dentitio difficilis      | 80                 | 7.000              | 90       | T8, Entzündung geht rasch zurück, 2-3 Behandl.                         | 3,6       |
| L6  | Dolor post               | 60                 | 8.800              | 100      | T4, sofort nach Exzision ins Wundgebiet, schnellere Wundheilung        | 3         |
| L7  | Gingivitis               | 60                 | 2.500              | 70       | T4, Saum bestreichen, Blutung und Schmerz klingen ab, 2-3 Behandl.     | 2,1       |
| L8  | Granulome                | 70                 | 10.000             | 80       | T4, möglichst nah bestrahlen, schnelle Abheilung, 1-2 Behandl.         | 2,8       |
| L9  | Hämatome                 | 40                 | 3.500              | 90       | T4, nah bestrahlen, beschleunigte Resorption, 1-2 Behandl.             | 1,8       |
| L10 | Herpes labialis          | 40                 | 4.000              | 90       | T4, Bläschen trocknen, Spannung lässt nach, 2-3 Behandl.               | 1,8       |
| L11 | Kiefergelenksbeschwerden | 100                | 10.000             | 60       | T8, Schmerzlinderung, behebt aber nicht die Ursache, 2 Behandl.        | 3         |
| L12 | Kieferklemme lösen       | 100                | 10.000             | 60       | T4, jede Seite bestrahlen, direkt auf die Gelenke halten               | 3         |
| L13 | Kieferostitis            | 90                 | 8.000              | 30       | T8, dolor post Vorsorge, gesamtes OP- Gebiet bestrahlen, 2 Behandl.    | 1,35      |
| L14 | Narben glätten           | 100                | 8.500              | 90       | T8, je nach Alter der Narbe 10-15 Behandl.                             | 4,5       |

Applikationstabelle für duros/delos

| Nr. | Indikation              | Puls-<br>leistung<br>[mW] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Zeit<br>[s] | Beschreibung                                                      | Dosis<br>[J] |
|-----|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| L15 | Neuralgiforme Schmerzen | 60                        | 7.000                     | 120         | T4, auf vermuteten Schmerzpunkt aufsetzen, hilft meistens sofort  | 3,6          |
| L16 | Ödeme                   | 60                        | 4.000                     | 120         | T4, Spannung lässt sofort nach, schnelle Resorption, 2-3 Behandl. | 3,6          |
| L17 | Parodontose, initial    | 80                        | 10.000                    | 120         | T4, erkranktes Zahnfleisch bestrahlen, 2-3 Behandl.               | 4,8          |
| L18 | Parodontitis, initial   | 60                        | 6.200                     | 120         | T4, möglichst apexnah bestrahlen                                  | 3,6          |
| L19 | Pulpenüberkappung       | 25                        | 1.500                     | 90          | T4, direkt an offener Stelle aufsetzen, entzündungshemmend        | 1,125        |
| L20 | Pulpitis, initial       | 20                        | 1.000                     | 80          | T4, direkt auf das freie Pulpenhorn, Beruhigung der Pulpa         | 0,8          |
| L21 | Schmerzen allgemein     | 50                        | 9.000                     | 120         | T4, möglichst nah auf das Schmerzzentrum halten                   | 3            |
| L22 | Säuretrauma             | 70                        | 10.000                    | 120         | T4, Gingiva beidseitig bestrahlen, völlige Schmerzbefreiung       | 4,2          |
| L23 | Schleiftrauma           | 70                        | 10.000                    | 120         | T4, nach 2 Min. Blutstillung, sofortige Besserung                 | 4,2          |
| L24 | Sinusitis               | 20                        | 9.000                     | 60          | T4, bei frühzeitiger Anwendung wird der Ausbruch verhindert       | 0,6          |
| L25 | Stomatitis              | 20                        | 2.200                     | 90          | T4, schnelles Abklingen der Entzündung, 5 Behandl.                | 0,9          |
| L26 | Wundheilung             | 75                        | 8.000                     | 120         | T4, ATP- Prozess wird um das ca. 4-fache beschleunigt             | 4,5          |
| L27 | Würgereiz unterdrücken  | 60                        | 1.800                     | 70          | T4, direkt KG24 und LG25 bestrahlen, hilft für ca. 20 Min.        | 2,1          |
| L28 | WSR-Wundbehandlung      | 30                        | 3.500                     | 120         | T4, direkt im Apex Bereich ansetzen, Vermeidung von Ödemen        | 1,8          |

| Nr.       | Programm                   | Puls-<br>leistung<br>[W] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Puls-<br>dauer<br>[µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                              | Mittl.<br>Leistung<br>[W] |
|-----------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------|------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Chirurgie |                            |                          |                           |                        |          |      |                                                                           |                           |
| C1        | Chirurgie, allgemein       | 50                       | 20.000                    | 15                     | –        | –    | High Performance: Faser 400/ 600 relativ schnell führen!                  | 15,00                     |
| C2        | Abszesse eröffnen          | 10                       | 20.000                    | 20                     | L6       | –    | 200 µm, punct. max. in Abszess eindringen                                 | 4,00                      |
| C3        | Aphthen                    | 30                       | 10.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, mit ca. 1 mm Abstand rasterförmig bewegen                         | 3,00                      |
| C4        | Blutstillungen             | 50                       | 12.000                    | 10                     | –        | –    | 600 µm, Abstand von ca. 2 mm halten                                       | 6,00                      |
| C5        | Kürettagen                 | 25                       | 15.000                    | 10                     | –        | –    | 400/600 µm, Granulations- gewebe entfernen                                | 3,75                      |
| C6        | Epuliden                   | 30                       | 13.330                    | 10                     | L6       | –    | 400 µm, gigantocellularis, granulomatosa, fibrosa, Gewebe straffen        | 4,00                      |
| C7        | Fibrome                    | 40                       | 12.500                    | 10                     | L6       | –    | 400/600 µm, mit chirurgischer Pinzette Gewebe straffen                    | 5,00                      |
| C8        | Frenektomien               | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, Gewebe straffen, parallel zum Kieferkamm lösen,keine Naht         | 6,00                      |
| C9        | Gingivektomien vor Abdruck | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 200/400/600 µm, ansteigend von den Frontzähnen biszu den hinteren Molaren | 3,75                      |
| C10       | Granulome                  | 40                       | 12.500                    | 10                     | L6       | –    | 400 µm, mit chirurgischer Pinzette Gewebe straffen                        | 5,00                      |
| C11       | Hämangiome                 | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 300 / 400 µm, kreisförmig auflösen, je nach Größe keine Naht              | 3,75                      |
| C12       | Hyperplasien               | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, mit ca. 1 mm Abstand rasterförmig bewegen                         | 6,00                      |
| C13       | Implantate freilegen       | 15                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, von Schraubenmitte nach außen, Abdruck sofort möglich             | 2,25                      |

| Nr.       | Programm                     | Puls-<br>leistung<br>[W] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Puls-<br>dauer<br>[µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                               | Mittl.<br>Leistung<br>[W] |
|-----------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------|------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Chirurgie |                              |                          |                           |                        |          |      |                                                                            |                           |
| C14       | Implantate dekontaminieren   | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 200 / 300 µm, unter Bewegung möglichst alle Areale erfassen                | 1,00                      |
| C15       | Keimreduktionen allgem.      | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 200 / 300 µm, unter Bewegung möglichst alle Areale erfassen                | 1,00                      |
| C16       | Lappen-Operationen           | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 300 µm, Operationsfeld bleibt übersichtlich und blutungsfrei               | 3,75                      |
| C17       | Periimplantitis, chirurgisch | 25                       | 15.000                    | 10                     | I3       | –    | 400/600 µm, zur Entf. des Granulationsgew., Helferin bitte absaugen lassen | 3,75                      |
| C18       | Probebiopsien                | 30                       | 13.330                    | 10                     | L6       | –    | 400 µm, Gewebe straffen, Keilexcision                                      | 4,00                      |
| C19       | Retentions-Zysten            | 30                       | 13.330                    | 10                     | L6       | –    | 300 µm, Zystenbalg möglichst unverletzt herauslösen                        | 4,00                      |
| C20       | Retinierte Zähne freilegen   | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 400 µm, Brackets kleben sicher, da das Wundgebiet trocken ist              | 3,75                      |
| C21       | Schlotterkämme               | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, mit chirurgischer Pinzette Gewebe straffen                         | 6,00                      |
| C22       | Sickerblutungen              | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, Abstand ca.2 mm, Verschorfung der Blutung                          | 6,00                      |
| C23       | Sulcus-Präparationen         | 30                       | 13.330                    | 10                     | L6       | –    | 300 µm, für Frontzähne, 400/600 µm für die Molaren                         | 4,00                      |
| C24       | Verrucae                     | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 300 / 400 µm, mit chirurgischer Pinzette Gewebe straffen                   | 3,75                      |
| C25       | Vestibulum- Plastiken        | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 400/600 µm, Lippe bzw. Wange abziehen und Gewebe straffen                  | 3,75                      |
| C26       | Wurzelspitzen-Resektionen    | 25                       | 15.000                    | 10                     | E3       | –    | 300 / 400 µm, Granulationsgewebe entfernen, mit 200 µm dekontaminieren     | 3,75                      |

| Nr.            | Programm                      | Puls-<br>leistung<br>[W] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Puls-<br>dauer<br>[µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                               | Mittl.<br>Leistung<br>[W] |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------|------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Implantologie  |                               |                          |                           |                        |          |      |                                                                            |                           |
| I1             | Frenektomien                  | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, Gewebe straffen, parallel zum Kieferkamm lösen,keine Naht          | 6,00                      |
| I2             | Gingivektomien vor Abdruck    | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 300/400/600 µm, ansteigend von den Frontzähnen bis zu den hinteren Molaren | 3,75                      |
| I3             | Implantate dekontaminieren    | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | –    | 200/300 µm, unter Bewegung möglichst alle Areale erfassen                  | 1,00                      |
| I4             | Implantate freilegen          | 15                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, von Schraubenmitte nach außen, Abdruck sofort möglich              | 2,25                      |
| I5             | Lappen- Operationen           | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 200/300 µm, Operationsfeld bleibt übersichtlich und blutungsfrei           | 3,75                      |
| I6             | Periimplantitis, chirurgisch  | 25                       | 15.000                    | 10                     | I3       | –    | 400/600 µm zur Entf. des Granulationsgew., Helferin bitte absaugen         | 3,75                      |
| I7             | Vestibulum- Plastiken         | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 400/600 µm, Lippe bzw. Wange abziehen und Gewebe straffen                  | 3,75                      |
| I8             | Kombiprogramm Periimplantitis | –                        | –                         | –                      | –        | –    | Zur Aufrüstung beraten wir Sie gerne                                       | –                         |
| Parodontologie |                               |                          |                           |                        |          |      |                                                                            |                           |
| P1             | Beruhigung der Taschen        | 1,5                      | 1.500                     | 444                    | L6       | 15   | T8 Glasstab, nah an die Taschen, Schmerz lässt nach                        | 1,00                      |
| P2             | Gingivektomien, extern        | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm, wenn möglich Gewebe straffen                                       | 6,00                      |
| P3             | Gingivektomien, intern        | 25                       | 15.000                    | 10                     | L6       | –    | 300/400/600 µm                                                             | 3,75                      |
| P4             | Hyperplasien                  | 50                       | 12.000                    | 10                     | L6       | –    | 600 µm,mit ca. 1 mm Abstand rasterförmig bewegen                           | 6,00                      |
| P5             | Keimreduktion der Taschen     | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 300 µm, unter Bewegung möglichst alle Areale erfassen                      | 1,00                      |



| Nr.            | Programm                        | Puls-leistung [W] | Puls-frequenz [Hz] | Puls-dauer [µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                      | Mittl. Leistung [W] |
|----------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------|------|-------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Parodontologie |                                 |                   |                    |                 |          |      |                                                                   |                     |
| P6             | Membranen dekontaminieren       | 1,0               | CW                 | CW              | –        | 15   | 300 µm                                                            | 1,00                |
| P7             | offene Kürettagen               | 25                | 15.000             | 10              | –        | –    | 300/400/600 µm                                                    | 3,75                |
| P8             | Taschen-Reduktionen             | 25                | 15.000             | 10              | L6       | –    | 300/400 µm                                                        | 3,75                |
| Endodontie     |                                 |                   |                    |                 |          |      |                                                                   |                     |
| E1             | Keimreduktionen der Kanäle      | 1,5               | CW                 | CW              | –        | 15   | 200 µm Faser, möglichst bis zum Apex, kreisend auf und ab         | 1,50                |
| E2             | Keimreduktionen retrograd       | 1,5               | CW                 | CW              | –        | 15   | 200 µm, versuchen Sie, alle Areale zu erreichen                   | 1,50                |
| E3             | Pulpenüberkappungen             | 5                 | 10.000             | 20              | –        | –    | T4 sofort Blutstillung, entzündungshemmend, fördert Dentinbildung | 1,00                |
| E4             | Sulcus - Präparationen          | 30                | 13.330             | 10              | L6       | –    | 200 µm, Frontzähne, ansteigend bis 600 µm bei hinteren Molaren    | 4,00                |
| Hartgewebe     |                                 |                   |                    |                 |          |      |                                                                   |                     |
| H1             | Biofilm Entfernung              | 100 mJ            | 10                 | 300             | –        | 60   | 1200 µm - Großflächige Bestrahlung unter ständiger Bewegung       | 1,00                |
| H2             | Kavitäten-Präparation, Pulpanah | 100 mJ            | 20                 | 50              | –        | –    | Niedrige Pulsenergie für pulpennahe Präparation 800 µm            | 2,00                |
| H3             | Kavitäten-Präparation, Dentin   | 250 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Mittlere Pulsenergie für Dentin – Präparationen, 800 µm           | 5,00                |
| H4             | Kavitäten-Präparation, Schmelz  | 400 mJ            | 20                 | 300             | –        | –    | Hohe Pulsenergie für Schmelz Abtrag 800 µm                        | 8,00                |
| H5             | Excavieren, Pulpanah            | 100 mJ            | 15                 | 200             | –        | –    | Niedrige Pulsenergie für pulpennahe Präparation 400 µm            | 1,50                |
| H6             | Excavieren, Dentin              | 150 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Mittlere Pulsenergie für Dentin, Präparationen 800 µm             | 3,00                |

| Nr.        | Programm                                       | Puls-leistung [W] | Puls-frequenz [Hz] | Puls-dauer [µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                    | Mittl. Leistung [W] |
|------------|------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------|------|-----------------------------------------------------------------|---------------------|
| Hartgewebe |                                                |                   |                    |                 |          |      |                                                                 |                     |
| H7         | Excavieren, Schmelz                            | 250 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Hohe Pulsenergie für Schmelz Abtrag 800 µm                      | 5,00                |
| H8         | Konkremente entfernen, geschlossene Tasche     | 50 mJ             | 10                 | 200             | –        | –    | Paro Tip                                                        | 0,50                |
| H9         | Konkremente entfernen, offene Tasche, standard | 75 mJ             | 15                 | 200             | –        | –    | Paro Tip<br>Nicht in geschlossenen Taschen!                     | 1,08                |
| H10        | Konkremente entfernen, offene Tasche, stark    | 100 mJ            | 15                 | 300             | –        | –    | Paro Tip<br>Nicht in geschlossenen Taschen!                     | 1,50                |
| H11        | Fissuren Präparation, Schmelz                  | 400 mJ            | 20                 | 300             | –        | –    | Präparation im Schmelz, 800 µm                                  | 0,50                |
| H12        | Wurzelspitzenresektion, Knochen                | 250 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Ablation von Knochensubstanz, 800 µm                            | 5,00                |
| H13        | Kronenverläng., Knochenabtrag                  | 250 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Ablation von Knochensubstanz, 800 µm                            | 5,00                |
| H14        | Knochenablation                                | 250 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Ablation von Knochensubstanz, 800 µm                            | 5,00                |
| H15        | Apektomie                                      | 250 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Kappung der Wurzelspitze, 800 µm                                | 5,00                |
| H16        | Veneers entfernen                              | 250 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Vorsicht ! Veneer kann beschädigt werden. 800 µm                | 5,00                |
| H17        | Spraywasserleitung leeren                      | –                 | –                  | –               | –        | –    | Spraytank abschrauben. Fußschalter drücken, bis Spray entleert. | 0,00                |
| H18        | Retinierter Zahn – Hartgewebe                  | 250 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Ablation von Hartgewebe, 800 µm                                 | 5,00                |
| H19        | Verlagerter Zahn – Hartgewebe                  | 250 mJ            | 20                 | 200             | –        | –    | Ablation von Hartgewebe, 800 µm                                 | 5,00                |

| Nr.        | Programm                               | Puls-<br>leistung<br>[W] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Puls-<br>dauer<br>[µs] | Therapie | Zeit | Beschreibung                                                           | Mittl.<br>Leistung<br>[W] |
|------------|----------------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------|------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Hartgewebe |                                        |                          |                           |                        |          |      |                                                                        |                           |
| H20        | Klebertechnik<br>Bracket/Retainer      | 100 mJ                   | 20                        | 100                    | –        | –    | Zahnoberflächen Präparation,<br>1200 µm                                | 2,00                      |
| H21        | Konditionierung,<br>Dentin             | 100 mJ                   | 10                        | 150                    | –        | –    | 800 µm                                                                 | 1,00                      |
| H22        | Konditionierung,<br>Schmelz            | 150 mJ                   | 10                        | 150                    | –        | –    | 800 µm                                                                 | 1,50                      |
| H23        | Kombiprogramm<br>Fissuren-Versiegelung | –                        | –                         | –                      | –        | –    | 1.Kavitäten- Dekontamination<br>2.Kavitäten-Präparation,<br>Pulpanah   | –                         |
| H24        | Kombiprogramm<br>Parodontologie        | –                        | –                         | –                      | –        | –    | 1. Konkrem.entf. geschl.Tasche<br>2. Keimreduktion der Taschen         | –                         |
| H25        | Odontoplastik/<br>Direktveneer         | 100 mJ                   | 20                        | 100                    | –        | –    | Zahnoberflächen Präparation<br>1200 µm                                 | 2,00                      |
| H26        | Überempfindliche<br>Zähne              | 1,5                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | T8 Glasstab, Elmex fluid, wenn<br>möglich Zahn komplett<br>bestreichen | 1,50                      |
| H27        | Zahnoberflächen-<br>Bestrahlung        | 1,5                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 600 µm, wenn möglich<br>unter Kontakt                                  | 1,50                      |
| H28        | Zahnstumpf-<br>Empfindlichkeit         | 1,5                      | 100                       | 3000                   | –        | 10   | T8 Glasstab verwenden, vor dem<br>Einsetzen der Kronen bestrahlen      | 0,45                      |
| H29        | Bleaching                              | 1,5                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | T8 Glasstab; dicht über dem Gel<br>immer 2 Zähne bestreichen           | 1,50                      |
| H30        | Dekontamination von<br>Membranen       | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 600 µm, wenn möglich<br>unter Kontakt                                  | 1,00                      |
| H31        | Implantat-<br>Dekontaminationen        | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 300/400 µm, wenn möglich<br>unter Kontakt                              | 1,00                      |
| H32        | Kavitäten-<br>Dekontamination          | 1,0                      | CW                        | CW                     | –        | 15   | 600 µm, wenn möglich<br>unter Kontakt                                  | 1,00                      |

Softlaser - Applikationstabelle für duros/delos

| Nr. | Indikation               | Puls-<br>leistung<br>[mW] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Zeit<br>[s] | Beschreibung                                                              | Dosis<br>[J] |
|-----|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------|
| L1  | Abszesse reifen          | 70                        | 7.000                     | 100         | T8, kreisend um Abszess, Schmerz<br>lässt nach, 2-4 Behandl.              | 3,5          |
| L2  | Allergien gegen Metalle  | 20                        | 3.000                     | 180         | T8, gesamtes Areal bestreichen,<br>Allergie baut sich ab, 3 Behandl.      | 1,8          |
| L3  | Aphthen                  | 60                        | 1.800                     | 80          | T4, wenn möglich direkt bestreichen,<br>Aphthe schmilzt ein, 2-3 Behandl. | 2,4          |
| L4  | Dekubitus                | 70                        | 3.500                     | 60          | T4/T8, direkt auf die Druckstelle,<br>lindert sofort den Schmerz          | 2,1          |
| L5  | Dentitio difficilis      | 80                        | 7.000                     | 90          | T8, Entzündung geht rasch zurück,<br>2-3 Behandl.                         | 3,6          |
| L6  | Dolor post               | 60                        | 8.800                     | 100         | T4, sofort nach Exzision ins Wund-<br>gebiet, schnellere Wundheilung      | 3            |
| L7  | Gingivitis               | 60                        | 2.500                     | 70          | T4, Saum bestreichen, Blutung und<br>Schmerz klingen ab, 2-3 Behandl.     | 2,1          |
| L8  | Granulome                | 70                        | 10.000                    | 80          | T4, möglichst nah bestrahlen,<br>schnelle Abheilung, 1-2 Behandl.         | 2,8          |
| L9  | Hämatome                 | 40                        | 3.500                     | 90          | T4, nah bestrahlen, beschleunigte<br>Resorption, 1-2 Behandl.             | 1,8          |
| L10 | Herpes labialis          | 40                        | 4.000                     | 90          | T4, Bläschen trocknen, Spannung<br>lässt nach, 2-3 Behandl.               | 1,8          |
| L11 | Kiefergelenksbeschwerden | 100                       | 10.000                    | 60          | T8, Schmerzlinderung, behebt aber<br>nicht die Ursache, 2 Behandl.        | 3            |
| L12 | Kieferklemme lösen       | 100                       | 10.000                    | 60          | T4, jede Seite bestrahlen, direkt<br>auf die Gelenke halten               | 3            |
| L13 | Kieferostitis            | 90                        | 8.000                     | 30          | T8, dolor post Vorsorge, gesamtes<br>OP- Gebiet bestrahlen, 2 Behandl.    | 1,35         |
| L14 | Narben glätten           | 100                       | 8.500                     | 90          | T8, je nach Alter der Narbe 10-15 Be-<br>handl.                           | 4,5          |

| Nr. | Indikation              | Puls-<br>leistung<br>[mW] | Puls-<br>frequenz<br>[Hz] | Zeit<br>[s] | Beschreibung                                                      | Dosis<br>[J] |
|-----|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| L15 | Neuralgiforme Schmerzen | 60                        | 7.000                     | 120         | T4, auf vermuteten Schmerzpunkt aufsetzen, hilft meistens sofort  | 3,6          |
| L16 | Ödeme                   | 60                        | 4.000                     | 120         | T4, Spannung lässt sofort nach, schnelle Resorption, 2-3 Behandl. | 3,6          |
| L17 | Parodontose, initial    | 80                        | 10.000                    | 120         | T4, erkranktes Zahnfleisch bestrahlen, 2-3 Behandl.               | 4,8          |
| L18 | Parodontitis, initial   | 60                        | 6.200                     | 120         | T4, möglichst apexnah bestrahlen                                  | 3,6          |
| L19 | Pulpenüberkappung       | 25                        | 1.500                     | 90          | T4, direkt an offener Stelle aufsetzen, entzündungshemmend        | 1,125        |
| L20 | Pulpitis, initial       | 20                        | 1.000                     | 80          | T4, direkt auf das freie Pulpenhorn, Beruhigung der Pulpa         | 0,8          |
| L21 | Schmerzen allgemein     | 50                        | 9.000                     | 120         | T4, möglichst nah auf das Schmerzzentrum halten                   | 3            |
| L22 | Säuretrauma             | 70                        | 10.000                    | 120         | T4, Gingiva beidseitig bestrahlen, völlige Schmerzbefreiung       | 4,2          |
| L23 | Schleiftrauma           | 70                        | 10.000                    | 120         | T4, nach 2 Min. Blutstillung, sofortige Besserung                 | 4,2          |
| L24 | Sinusitis               | 20                        | 9.000                     | 60          | T4, bei frühzeitiger Anwendung wird der Ausbruch verhindert       | 0,6          |
| L25 | Stomatitis              | 20                        | 2.200                     | 90          | T4, schnelles Abklingen der Entzündung, 5 Behandl.                | 0,9          |
| L26 | Wundheilung             | 75                        | 8.000                     | 120         | T4, ATP- Prozess wird um das ca. 4-fache beschleunigt             | 4,5          |
| L27 | Würgereiz unterdrücken  | 60                        | 1.800                     | 70          | T4, direkt KG24 und LG25 bestrahlen, hilft für ca. 20 Min.        | 2,1          |
| L28 | WSR-Wundbehandlung      | 30                        | 3.500                     | 120         | T4, direkt im Apex Bereich ansetzen, Vermeidung von Ödemen        | 1,8          |



## Notizen