

Diodenlaser in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Was ist ein Diodenlaser?

Um Laserlicht zu erzeugen werden drei Grundbausteine benötigt:

- Eine Energiequelle zur Erzeugung von angeregten Elektronen,
- ein Medium welches die Elektronen zur Verfügung stellt und
- ein optischer Resonator zur Verstärkung, Selektion und gezielten Abgabe des Laserlichts.

Im Falle eines Diodenlasers besteht das Medium aus einem Festkörper, in zahnmedizinischen Lasern in der Regel aus einem Gallium-Aluminium-Arsenit-Halbleiterkristall. Die Anregung des Diodenhalbleiters durch eine externe, elektrische Energiequelle hin zu einem aktiven Medium wird z. B. durch Blitz- oder Bogenlampen erreicht. Die Atome des Kristalls werden angeregt, Elektronen erreichen einen höheren energetischen Zustand und werden entsprechend des Bohr'schen Atommodells auf eine äußere Schale angehoben. Trifft nun ein weiteres Energiequant auf dieses angeregte Atom, kehrt das angeregte Elektron auf seine energetische Ausgangssituation zurück unter Freisetzung elektromagnetischer Strahlung, dem Laserlicht. Dieses setzt sich energetisch aus beiden Energiequanten zusammen: Lichtverstärkung durch stimulierte Emission.

LASER = Light amplification by stimulated emission of radiation



Abb. 1a Laser



Abb. 1b Laserhandstück

Die Wellenlänge des Laserlichts ist charakteristisch für das verwendete aktive Medium.

Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer, ein zurückfallendes Elektron nicht genügend Laserlicht. Werden durch spezielle Maßnahmen gleichzeitig viele Atome in den angeregten Zustand überführt (Populationsinversion), können ausreichend Photonen erzeugt werden. Zusätzlich dient das als optischer Resonator fungierende Spiegelsystem durch Rückkopplungseffekte der Verstärkung des Laserlichts. Letztlich erzielt man durch die Verwendung teildurchlässiger Spiegel mit selektiver Abgabe ein rein monochromatisches Laserlicht spezifischer Wellenlänge, welches über einen dünnen und flexiblen Quarzfaserlichtleiter zum Ort des Geschehens fortgeleitet wird.

Welche Eigenschaften machen Laserlicht zu etwas Besonderem?

Aus dem bereits Beschriebenen ergeben sich einige Besonderheiten, die Laserlicht von normalem Licht unterscheiden.

- Kollimation
 - o Es kommt fast zu keiner Aufweitung des Strahlenbündels, die Photonen verlaufen annähernd parallel
- Kohärenz
 - o Es liegt eine Überlagerung von Wellenlänge und Amplitude der Laserstrahlen vor
- Monochromasie
 - o Es liegt eine einzige spezifische Wellenlänge vor

Zusammengefasst ergibt sich eine sehr hohe Energiedichte des Laserlichts bei genau definiertem Absorptionsspektrum.

Warum Diodenlaser in der Mundhöhle?

Zusammengefasst sind bei Anwendung des Diodenlasers in der Mundhöhle folgende Vorteile hervorzuheben:

- Keimreduzierung
 - o Durch die photothermische Wirkung des Laserlichts können Bakterien zum Platzen gebracht werden
- Hämostase
 - o Durch die photothermische Wirkung kann im Operationsgebiet eine sehr gute Blutstillung erzielt werden bei vergleichsweise geringer lateraler Gewebsschädigung.
- Beweglichkeit auf engstem Raum
 - o Die Laserlichtapplikation mittels dünner Quarzglaslichtleiter in einem grazen Handstück resultiert in einer gezielten Lichtführung
- Förderung der Wundheilung bei Reduzierung postoperativen Schmerzes
 - o Geringere Entzündungsreaktionen mit reduzierter Ödembildung und Schmerzentstehung

- Verminderte Narbenbildung
 - o Aufgrund einer geringeren Bildung von Myofibrillen im Operationsgebiet kommt es zu einer geringeren Gewebskontraktion

Diodenlaser in der Parodontologie

Die Hauptursache für die Entstehung eines parodontalen Geschehens ist neben einer individuellen Prädisposition die Anhäufung bakterieller Beläge (Plaque). Von besonderer Bedeutung ist die subgingivale Plaque. Im Schutz einer parodontalen Tasche kommen parodontopathogene Bakterien besonders gut zur Entfaltung, da sich das Mikroklima zu ihren Gunsten verschiebt.

Die Zahnsäuberung ist im Kronenanteil des Zahnes unter Sicht gut beherrschbar, die maschinelle (Ultraschallzahnsteinentfernungsgerät) oder manuelle (Kürette) Entfernung subgingivaler Auflagerungen (Plaque, Zahnstein, Konkrement) erfordert einen wesentlich höheren Arbeitsaufwand und größere Geschicklichkeit.

Der Einsatz des Diodenlasers in der parodontalen Tasche ist aufgrund des grazilen Arbeitendes des Diodenlaserlichtleiters relativ einfach. Durch die photothermische Wirkung wird eine deutliche Keimreduzierung erreicht, insbesondere werden auch aggressive gramnegative parodontopathogene Keime wie z. B.

Porphyromonasspezies abgetötet. Aufgrund des Absorptionsspektrums werden vor allem pigmentierte Bakterien erreicht. In die Tasche eingewachsenes gingivales Epithel wird mittels Laserlicht abgetragen und erlaubt eine Regeneration des desmodontalen Faserapparates und des Saumepithels, den Grundpfeilern eines funktionierenden Zahnhalteapparates. Positiver Nebeneffekt des Laserlichts ist die Eliminierung von Interleukin-1 beta, einem wichtigen Vermittler in der Entstehung einer Parodontitis.



Abb. 2a Desinfektin Zahnfleisch-taschen mittels Laser

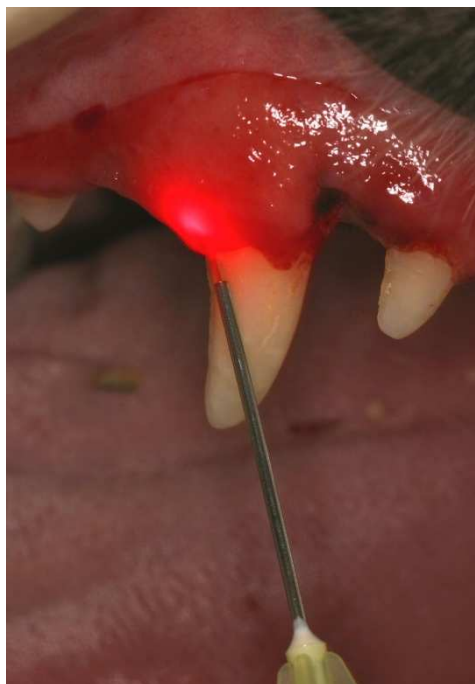


Abb. 2b Laser im aktiven Zustand

In humanmedizinischen Studien konnte durch zusätzlichen Einsatz des Diodenlasers neben konventioneller Instrumentierung eine Halbierung der Rezidivrate erzielt werden.

Da eine optische Kontrolle des Behandlungsvorganges nicht möglich ist und eine Temperaturerhöhung an vielen unterschiedlichen Strukturen wie Zahnstein, Konkrementen, Zement, Epithel- und Desmodontalzellen nur schwer abgeschätzt werden kann, ist zur Vermeidung von Gewebsnekrosen mit moderaten Energiedichten von weniger als 2 Watt zu arbeiten.

Diodenlaser in der Endodontologie

Wie in der Parodontologie steht auch in der Endodontologie die Reduzierung der Keimflora im Vordergrund. Die im Zahnkanal verbleibenden Bakterien sind die Hauptursache für einen Misserfolg bei einer Wurzelbehandlung.

Die dünnen Glasfaserlichtleiter des Diodenlasers lassen sich bei entsprechender Aufbereitung des Wurzelkanals bis zum endodontischen Apex vorschieben. Nach Aktivierung des Laserlichts wird der Lichtleiter in kreisenden Bewegungen aus dem Kanal herausbewegt. Die Tiefenwirkung des Laserlichts (bis zu 1mm) übersteigt die Reichweite desinfizierender Spüllösungen (bis zu 200µm) um ein mehrfaches, welches in Anbetracht der Eindringtiefe von Bakterien in das Dentin (bis zu 1mm) eine deutliche Keimreduzierung erlaubt.

Ein weiteres Ziel der Wurzelbehandlung ist die Entfernung der Schmierschicht im Wurzelkanal zur Erhöhung der Randdichtigkeit der Wurzelfüllung. Durch Laserlicht wird die Schmierschicht von der Wurzelkanalwandung entfernt.

In einem anderen Teilbereich der Endodontologie kann Laserlicht im Rahmen einer Vitalamputation zur sterilen Verschorfung der Pulpenstumpfoberfläche genutzt werden.

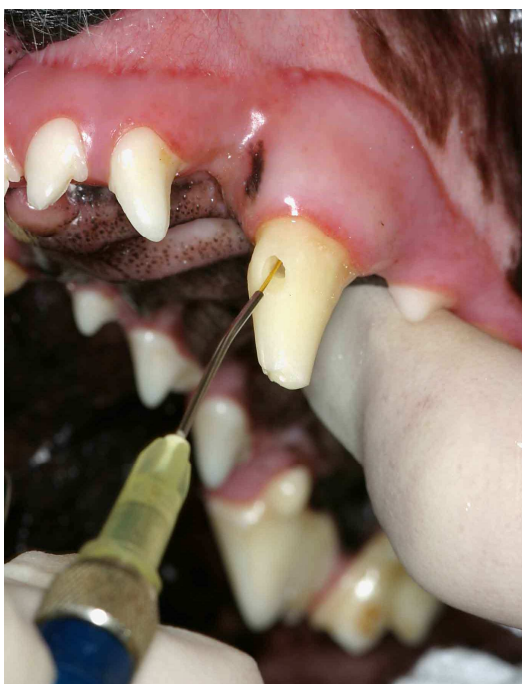


Abb. 3 Desinfektion Wurzelkanal mittels Laser

Diodenlaser in der Mukogingivalchirurgie

Die eigentliche Bestimmung bisheriger Laseranwendung in der Medizin lag im Bereich der Exzision von Gewebe bei guter Hämostase. Für den Bereich der Mundhöhle betrifft dieses im Besonderen die Gingivektomie, Frenektomie/Frenulotomie, Kronenranddarstellung, Gaumensegelkürzung, Tonsillektomie und Tumorresektion.

Für eine gute Schneidleistung des Diodenlasers sind bestimmte Voraussetzungen günstig:

- das zu trennende Gewebe sollte sich unter Zug befinden. Hieraus resultiert, dass sich bewegliche Mundschleimhaut leichter bearbeiten lässt als fest mit der Alveolarkammoberfläche verwachsene Gingiva.
- Um Nekrosen des Kieferknochens zu vermeiden, muss der Laser streichend geführt werden ohne längerem Verweilen auf ein und derselben Stelle. Aufgrund der Wellenlänge von 980nm liegt die Eindringtiefe des Laserlichtes je nach Gewebe bei 1,5 bis 4,5mm. Eine gute Vaskularisation (Absorption am Hämoglobin) sowie eine Pigmentierung des Gewebes fokussiert die Schneidleistung auf die oberen Gewebsschichten und erlaubt daher eine bessere Schneidleistung. Durch Anwendung im Pulsverfahren kann eine Reduzierung der Tiefenwirkung erzielt werden.
- Im Kontaktmodus, das heißt bei aufgesetztem Lichtleiter, wird eine bessere Schneidleistung erzielt. Die Arbeitsspitze sollte bei Verschmutzung immer wieder mittels feuchter Kompresse gesäubert werden. Bei defekter Spitze kann diese mittels Keramikscheren entfernt werden.

Vorteile des Diodenlasers in der Mukogingivalchirurgie liegen neben guter Hämostase während des Schneidevorgangs in der Reduktion postoperativer Beschwerden und Schwellung, dem Ausbleiben von Narbenzug sowie einer im Vergleich mit der Hochfrequenzchirurgie geringeren Nekrosezone, welches die Wundheilung fördert.



Abb. 4a Gingivawucherungen im Oberkiefer bei der Katze



Abb. 4b Abtrag Wucherungen mittels Laser



Abb. 4c Kontrolle nach 4 Wochen

Diodenlaser in der Stomatologie

Die allgemeine Wirkung von 980nm Laserlicht auf Entzündungsprozesse und Wundheilung kann im Rahmen schmerzhafter Veränderungen der Mundschleimhaut genutzt werden. Aphthen können oberflächlich verschorft werden (1-2 Watt), so dass die Schmerzhaftigkeit schlagartig abnimmt. Bestrahlung im Milliwatt- bis niederem Wattbereich mit dem Defokussierhandstück bewirkt einen schnelleren Abtransport von Entzündungsprodukten. Die Bestrahlung von Extraktionswunden führt zu einer schnelleren Ausheilung, wie sich anhand von erhöhter Fibroblastenproduktion und -organisation mit dickeren Kollagenfasern auch histologisch nachweisen lässt. Laser-Biomodulation ist ein Stichwort, welches synonym mit low level laser therapy (LLLT) oder Photobiomodulation auf die positive Gewebe- und Stoffwechselbeeinflussung auf zellulärer und molekularer Ebene eingeht. Aussagekräftigere Studien sind in diesem Bereich noch notwendig, um die positiven Verläufe zu objektivieren.

Diodenlaser in der Tumorbehandlung

Neben der reinen Exzisionsleistung des Laserlichtes stehen in der Tumorbehandlung noch weitere Möglichkeiten des Diodenlasers zur Verfügung.

Unter spezieller Berücksichtigung des Absorptionsspektrums des Laserlichts kommen photosensible Substanzen (Hämatoporphyrin, Merozyanin) zum Einsatz, die aufgrund selektiver Anreicherung bzw. längerem Verweilen im Tumorgewebe die gezielte Zerstörung der Tumorzellen bei Bestrahlung erlauben.

Weiterhin sind speziell gearbeitete Arbeitsspitzen erhältlich, die trokarartig in den Tumor eingeführt eine Verteilung des Laserlichts in das umgebende Tumorgewebe und damit seine Einschmelzung ermöglicht.

Diodenlaser in der ästhetischen Zahnmedizin

Wenn Bleaching auch eher einen Teilbereich der Humanzahnmedizin darstellt, so ist es dennoch auch in der Tierzahnmedizin möglich, dunkel verfärbte Zähne (z. B. pulpentote Zähne, Tetrazyklinverfärbung, gelbe Zähne) durch Bleaching aufzuhellen. Durch Laserlicht kann die auf den Zahn aufgebrachte Wasserstoffsuperoxidpaste, welche für den Bleichungsprozess verantwortlich ist, in ihrer Wirkung verstärkt werden.



Abb. 5a Verfärbter Unterkiefercaninus nach Zahnfraktur



Abb. 5b Nach Wurzelbehandlung und Bleaching mittels Laser

Diodenlaser bei überempfindlichen Zähnen

Schmerzhafte Zahnhäse und oberflächliche Dentinwunden können durch das Aufbringen einer Fluoridlösung und anschließender Laserbestrahlung behandelt werden, welches beim Menschen in knapp 90% der Fälle zu einer Beschwerdeverbesserung führt.

Fazit

Der Einsatz eines Diodenlasers hat in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde neben der reinen chirurgischen Schneidleistung in vielen weiteren Gebieten seine Berechtigung. Mit der Verbesserung der Behandlung von Parodontalerkrankungen und Zahnfrakturen (Wurzelbehandlung) betrifft dieses die häufigsten Erkrankungen von Hund und Katze überhaupt.

Dr. Markus Eickhoff
Tierarzt und Zahnarzt
Tierärztliche Fachpraxis für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Iptinger Straße 48
71287 Weissach
Tel: 07044/9095966
Mail: praxis@vet-dent.com
Web: www.vet-dent.com