

Seit seiner Markteinführung Mitte der 1990er-Jahre hat der Diodenlasereinsatz in der Zahnmedizin eine überaus stürmische Entwicklung genommen. Obwohl er nicht zur ersten Riege der in der Zahnmedizin eingesetzten Laserwellenlängen gehört (CO₂-, Nd:YAG- und Er:YAG-Lasern), avancierte er als „jüngere“ in der Zahnmedizin eingesetzte Wellenlänge jedoch bereits zur Jahrtausendwende zum unangefochtenen Marktführer und hält diese Position heute noch.



Diodenlaser in der Zahnmedizin

Dr. Georg Bach

Nahezu zwei Drittel der Dentallaser-Geräteentwicklungen und der letztlich verkauften Geräte der vergangenen Jahre sind Diodenlaser. Dieser Erfolg hat Gründe: Dioden- oder synonym Injektionslaser bergen für den Einsatz in einer Zahnarztpraxis einige erhebliche Vorteile: Sie sind für die „kleine“ chirurgisch-zahnärztliche Schnittführung gut geeignet. Dies gilt vor allem für Diodenlasergeräte der jüngsten Entwicklungsstufe, welche über eine Hochpuls- oder Digitalpulstechnik verfügen. Diodenlaser sind im Gegensatz zu anderen Laserwellenlängen, welche in der Zahnmedizin eingesetzt werden, in verschiedenen Wellenlängen (810 nm, 980 nm u. a.) erhältlich. Insbesondere durch die Einführung der blauen Wellenlänge (445 nm) in die Zahnmedizin eröffnet sich eine noch schnellere, präzisere und vor allem schonendere Schnittführung. Die Schnittbreiten solcher Diodenlaser sind jenen, die mit einem Skalpell erzielt werden, sehr ähnlich. Durch die geringe Eindringtiefe ins Gewebe (1,5 bis 2,0 mm) ist die Zone der thermischen Schädigung und Randnekrose bei korrekter Wahl der Laserparameter sehr gering.

Diodenlaser werden jedoch nicht nur in der zahnärztlichen Chirurgie (Schnittführung) mit Erfolg eingesetzt. Vor allem betonen viele Autoren ihre hohe Wertigkeit bei der Dekontamination keimbeseidelter Oberflächen im Rahmen einer marginalen Parodontopathie oder der Periimplantitis. Gerade

in der Behandlung periimplantärer Läsionen hat sich der Diodenlaser als adjuvante Maßnahme (Oberflächendeckontamination) fest etabliert. Weiteren Einsatz finden Diodenlaser in der konservierenden Zahnheilkunde (Endodontie, Fissurenversiegelung, Behandlung überempfindlicher Zahnflächen). Der tatsächliche Einsatz eines Lasers in einer Zahnarztpraxis hängt dabei im hohen Maße von den Schwerpunkten des Behandlers ab. Für Kollegen mit Schwerpunkt auf zahnärztliche Chirurgie, Parodontologie und Implantologie stellt eine der Diodenlaserwellenlängen eine hervorragende Wahl dar.

Bei aller Indikationsvielfalt eines Diodenlasers gilt dennoch, dass es den einen universell in der Zahnmedizin einsetzbaren Laser nicht gibt, wie viele Autoren deutlich betont haben. Vielmehr haben sich einzelne Systeme für gewisse Anwendungen besonders hervorgehoben. Leider werden im Gegensatz zu dieser wissenschaftlich abgesicherten Aussage mitunter immer wieder Versprechungen über einen „Allzwecklaser“ gemacht. Die kritiklose Übernahme dieser Behauptung in ein Therapiekonzept kann dann schnell in Misserfolge münden.

Mit den sogenannten „Softlasern“ gibt es eine weitere Diodenlaserart, welche u. a. in der Zahnmedizin Einsatz findet. Befürworter dieser Laser, welche im mW-Bereich monochromatisches und kohärentes Licht emittieren, postulieren eine „biostimulierende“ Wirkung

auf Weichgewebe. Zum Einsatz kommen sie v. a. bei der Behandlung von Wundheilungsstörungen und von Schmerzzuständen (z. B. CMD). Laser mit einer solchen geringen Leistung (LLLT – Low-Level-Laser-Therapie) werden zudem in jüngster Zeit auch in der Photodynamischen Therapie eingesetzt, welche eine Interaktion zwischen einem Farbstoff, dem Laserlicht und hierbei entstehendem Sauerstoff (PDT) bzw. keimschädigender Hitze (PTT) darstellt, der die vom Farbstoff angefärbten pathogenen Bakterien tötet. In der Tat haben die Photodynamische und die Photothermische Therapie die etwas in Vergessenheit geratene LLLT in bemerkenswerter Weise wiederbelebt und stimuliert.

Diodenlasertechnik

Grundlagen und Bau eines Diodenhardlasers

Im Wesentlichen setzt sich ein Hardlaser aus drei Komponenten zusammen:

- elektrische Steuereinheit
- Steuergerät für Pulsen und Dauer des Lasers
- Laserkopf.

Beim Dioden- oder Injektionslaser ist das „aktive Medium“ nicht gasförmig (wie z. B. beim CO₂-Laser) und nicht in ein Gitter eingebracht (wie z. B. beim Er:YAG-Laser), sondern vielmehr ein kleiner elektronischer Festkörper – eine Diode. Durch Stimulation wird je nach

Laserwellenlänge Licht emittiert, das besondere Eigenschaften aufweist: es ist monochromatisch (besonders rein, besteht nur aus einer einzigen Wellenlänge) und kohärent (gleichgerichtete Wellen). Je nachdem, welches aktive Medium zur Stimulation genutzt wird, kommt es zur Emission von Laserlicht verschiedener Wellenlängen, von denen jede ihre spezifischen Wechselwirkungen mit dem zu behandelnden Gewebe hat. Diese können erwünschter (z. B. Koagulation durch einen Laser zur Blutstillung nach einem chirurgischen Eingriff bei Patienten mit erhöhter Blutungsneigung), aber auch unerwünschter Natur sein (z. B. Disruption bei einer Schnittführung, die zu einer Nekrose der Wundlefen führt). Aufgrund dieser laserphysikalischen Gegebenheiten haben sich einige Laserarten herauskristallisiert, deren Einsatz in der Zahnheilkunde sinnvoll ist und auch als wissenschaftlich abgesichert gelten kann. Dazu gehören CO₂-Gaslaser, Nd:YAG-, Er,Cr:YSGG- und Er:YAG-Festkörperlaser und eben der Diodenlaser.

Der Diodenlaser

Der Diodenlaser (auch Halbleiter- oder Injektionslaser) ist der am stärksten verbreitete Halbleiterlaser, dessen Grundelement von einer pn-Diode gebildet wird. Als Grundlagen dienen AIII_nBV-Verbindungen (z. B. GaAs, GaSb, InP und Mischkristalle GaAlAs, GaInP, GaAlAs) und AIVBIV-Verbindungen (z. B. PbS, PbTe, PbSnTe, PbSnSe), in denen geeignete Donator- und Akzeptorelemente eingelagert (dotiert) sind. Der Diodenlaser wird durch Anlegen einer elektrischen Spannung in Durchlassrichtung der Diode gepumpt. Dadurch werden Elektronen und Löcher zum pn-Übergang getrieben („Injektion“ von Ladungsträgern), wo sie unter Aussendung optischer Strahlung rekombinieren (Injektionslaser). In der Zahnheilkunde werden v. a. GaAlAs-Dioden eingesetzt.

Einsatz des Diodenlasers in der Zahnheilkunde

Diodenlaser sind seit Mitte der 1990er-Jahre auf dem Dentalmarkt erhältlich,

die Etablierung in den bis dato von Gas- und Festkörperlasern (Nd:YAG, Er:YAG) dominierten Markt gelang nach Publikation der ersten Studien der Freiburger Laserarbeitsgruppe um Bach, Mall und Krekeler, deren Ergebnisse in den ersten Diodenhardlaser in der Zahnheilkunde mündeten. Danach setzte eine überaus stürmische Entwicklung ein. Heute ist eine fast unüberschaubare Anzahl von Diodenhardlasern für die Zahnheilkunde erhältlich. Sie alle bringen einige besondere materialspezifische Eigenschaften ein, die ihren Einsatz in der Zahnmedizin interessant machen. Aufgrund ihrer geringen Abmessungen beanspruchen die Geräte wenig Platz. Die Erzeugung des Laserlichts erfolgt direkt durch kohärente Kopplung nach Anlegen der elektrischen Energie am Halbleiter. Da bei diesem Lasertyp Strom direkt in Laserlicht umgewandelt werden kann („Injektionslaser“), wird ihm weltweit große Beachtung geschenkt. Die Energieersparnis gegenüber anderen Lasersystemen (Diodenlaser werden bei 2–10 Volt betrieben) ist ein weiterer Pluspunkt. Zudem ist die Leistung der Diodenlaser im Vergleich zu anderen Hardlaser-Produkten recht hoch.

Soft- und Hardlaser?

Einige auf dem Markt befindliche Diodenlaser können leistungsmäßig so geregelt werden, dass sie auch als Softlaser eingesetzt werden können. In diesen LLLT-Programmen werden v. a. Wundheilungsstörungen, Schmerzzustände und KG-Erkrankungen behandelt.

Diodenlaserindikationen

Dank der hervorragenden Absorption von Diodenlaserlicht auf durchblutete Gewebe (Hämoglobin gewährleistet gute Absorption) werden Diodenlaser bevorzugt in der zahnärztlichen Chirurgie eingesetzt. Eine dem Skalpell ähnliche Schnittführung mit gleichzeitiger extremer Blutungsarmut des OP-Feldes und deutlicher Schmerzreduktion für den Patienten sind mit Diodenlasertechnik möglich. Keimbesiedelte Oberflächen, wie sie gerade bei Periimplantitis und der Parodontitis marginalis Schwierigkeiten bereiten, können mit Diodenlasern bestrahlt und damit de-

kontaminiert werden. Durch einen photothermischen Diodenlaser-Effekt werden die Keime abgetötet. Leistung und Applikationsdauer des Laserlichtes werden so gewählt, dass es nicht zu thermischen Schäden an Pulpa, Knochen oder Hartsubstanz kommt. Diodenlaser werden aufgrund ihrer guten Absorption im oralen Bereich ebenfalls erfolgreich in der konservierenden Zahnheilkunde eingesetzt. Sie sind auch zur Behandlung überempfindlicher Zahnhälse und besonders in der Endodontie geeignet.

Hochpuls-, Digitalpulstechnik

Eine wesentliche Aufwertung erfuhr der Diodenlaser ein halbes Jahrzehnt nach seiner Markteinführung: Wurden die Geräte der ersten Generation (die technisch gesehen auch heute noch als sogenannte „Einstieigerlaser“ produziert werden) vornehmlich im cw-Modus betrieben, gelang es Ende der 1990er-Jahre mit der Hochpuls-, mitunter auch Digitalpulstechnik genannt, eine bedeutende technische Weiterentwicklung zu präsentieren. Solche bis 20.000 Hz gepulsten Diodenlaser ermöglichen eine wesentlich atraumatischere Schnittführung unter weitestgehender Vermeidung von Karbonbildung an den Wundrändern und haben das Spektrum des Diodenlasers auf die gesamte zahnärztliche Chirurgie erweitert.

Diskussion

Der Diodenlaser hat sich in allen Bereichen der Zahnheilkunde, die sich mit der Bekämpfung von Biofilmen befassen, hervorragend etabliert. Liegt ein Praxisschwerpunkt auf Implantologie, Endodontie und Parodontologie und werden zahnärztlich chirurgische Eingriffe in der Praxis durchgeführt, so ist ein Diodenlaser eine gute Wahl.

Anmerkung der Redaktion

Die folgenden Übersichten beruhen auf den Angaben der Hersteller bzw. Vertreiber. Wir bitten unsere Leser um Verständnis dafür, dass die Redaktion für deren Richtigkeit und Vollständigkeit weder Gewähr noch Haftung übernehmen kann.

