
**DGL - Deutsche Gesellschaft für Laserzahnheilkunde
Universitätsklinikum Aachen, Klinik für ZPP,
Pauwelsstr. 30, D-52074 Aachen**

Laser in der Zahnheilkunde – eine Standortbestimmung

Prof. Dr. Norbert Gutknecht

Klinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Präventive Zahnheilkunde

Seit etwa 35 Jahren ist der Laser in der Zahnheilkunde etabliert. Durch eine Vielzahl technischer Neuerungen waren und sind die Indikationen des Lasereinsatzes einem ständigen Wandel unterzogen. Dieser Beitrag soll einen kurzen Überblick über den derzeitigen Stand gesicherter Indikationen geben.

Laserlicht wird im biologischen Gewebe absorbiert, reflektiert oder transmittiert. Die Wirkung der Laserstrahlung beruht stets auf Wechselwirkungen mit den Molekülen oder Molekülverbänden im Zielgewebe. Der hauptsächliche und meist gewünschte Effekt beruht auf photothermischer Wechselwirkung. Dies ist die Folge der Absorption im Gewebe. Nur bei der Absorption erfolgt eine Konversion der Strahlung in thermische Energie. Das kann über die Erwärmung bis zum schlagartigen Schmelzen und Verdampfen des Gewebes führen. Es findet ein Abtrag statt.

Der Einsatz des Lasers in der Zahnheilkunde lässt sich grob in 4 Bereiche einteilen:

1. Laser in der zahnärztlichen Chirurgie
2. Laser in der Endodontie
3. Laser in der Parodontologie
4. Lasergestützte Kavitätenpräparation

Laser in der zahnärztlichen Chirurgie:

Fast alle verfügbaren Laserwellenlängen finden im oralen Weichgewebe Absorption, da das Gewebe neben dem hohen Wasseranteil auch gut durchblutet ist. Folgende Ziele der Laseranwendung in der Chirurgie stehen im Vordergrund:

- atraumatisches und komplikationsloses Schneiden,
- homogenes Abtragen von Gewebe,
- koagulieren der Wundflächen,
- gute Wundheilung,
- Schmerzreduktion,
- Patientenakzeptanz.

Unumstritten ist die Einsatzmöglichkeit des **CO₂ Lasers (10,6 µm)** in der Chirurgie. Sein positiver Effekt beim Schneiden und Abtragen von Gewebe sowie die Möglichkeit der Koagulation von kleineren Gefäßen wird heute routinemäßig in der Chirurgie genutzt. Einsatzmöglichkeiten sind z.B. die Tumorentfernung, die Entfernung von großflächigen Leukoplakien, die Gingivektomie und Gingivoplastik.

Der **Nd:YAG Laser (1064 nm)** kann ebenfalls zum Schneiden von Gewebe eingesetzt werden. Seine Absorption im Hämoglobin erlaubt die Koagulation auch von größeren Gefäßen. Er wird in der zahnärztlichen Chirurgie hauptsächlich für Inzisionen und Exzisionen eingesetzt. Dazu zählen z.B. Frenektomie und Gingivektomie oder Gingivoplastik.

Der **Diodenlaser (810 nm)**, dessen Wellenlänge unweit der des Nd:YAG Lasers liegt kann ebenfalls zur Weichgewebschirurgie eingesetzt werden. Er hat sich speziell das Indikationsgebiet der periimplantären Chirurgie gesichert.

Der **Argonlaser (488/514 nm)** wird wegen seiner guten Absorption in Hämoglobin und der damit verbundenen guten koagulierenden Wirkung neben der Weichgewebschirurgie vor allem zum Entfernen vaskulärer Veränderungen eingesetzt.

Der **Er:YAG Laser (2940 nm)** kann wegen seiner ausgezeichneten Absorption in Wasser ebenfalls in der Weichgewebschirurgie eingesetzt werden. Zu einer Koagulation von Gefäßen kommt es dabei aber nicht. Durch das im Knochen enthaltene Wasser eignet sich der Er:YAG Laser aber zusätzlich zur Bearbeitung der Hartgewebe. Er wird in der zahnärztlichen Chirurgie daher auch zur Osteotomie und Wurzelspitzenresektion verwendet.

Allgemeine Vorteile beim Einsatz des Lasers in der zahnärztlichen Chirurgie sind:

- Einfaches Handling
- hohe Patientenakzeptanz
- teilweise Verzicht auf Anästhesie möglich
- Einsatz bei Patienten mit hämorrhagische Diathesen unter Umständen ohne Substitution und stationäre Aufnahme möglich.

Intraoperative Vorteile des Lasereinsatzes:

- Gewebsschonender Eingriff
- Blutarmes Operationsgebiet
- Naht häufig nicht erforderlich
- Reduktion des Lokalanästhetikums möglich

Postoperative Vorteile:

- reduzierte postoperative Wundschmerzen
- keine Nachblutung
- keine Schwellung
- Geringe Narbenbildung
- Schutz vor Infektionen

Laser in der Endodontie:

Die Problematik der Endodontie läßt sich auf den bakteriell infizierten Wurzelkanal reduzieren. In dem morphologisch kompliziert gestalteten Wurzelkanalsystem mit häufig vorkommenden akzessorischen Kanälen, Seitenkanälen und Dentintubuli finden die Bakterien ein optimales Refugium. Diese Bereiche sind mit den klassischen Möglichkeiten der Endodontie, wie mechanische Aufbereitung und Spülung mit chemischen Desinfizierungen, nur schwierig oder gar nicht zugänglich. Eine unvollständige Entfernung von organischen Material und Bakterien ist der Hauptgrund für einen Behandlungserfolg. Als Folge sind apikale Knochenresorptionen, apikale Granulome oder apikale Zystenbildung möglich.

An dieser Stelle kann der Laser als unterstützende Maßnahme Anwendung finden. Nach konventioneller Aufbereitung des Wurzelkanals mit mechanischen Instrumenten kann die nachgewiesene bakterizide Wirkung des Lasers im Wurzelkanal ausgenutzt werden. Diese beruht auf einer direkten zerstörenden Wirkung des Lichts bei Absorption durch die Bakterien oder einer thermisch denaturierenden Wirkung. Der Vorteil des Lasers gegenüber klassischen Spüllösungen beruht auf einer Durchdringungsmöglichkeit des energiereichen Lichts bis in tiefere Schichten des Wurzelkanaldentins. Auch in 1000 µm Tiefe konnte noch eine bakterizide Wirkung nachgewiesen werden. Chemische Spüllösungen wirken nur bis ca. 100 µm Tiefe.

In in-vitro Versuchen konnte für die meisten Laserwellenlängen eine bakterizide Wirkung nachgewiesen werden. In-vitro haben sich aber vor allen Lasersysteme durchgesetzt, die eine einfache Applikation der Laserstrahlung über dünnes Fasersystem in den Wurzelkanal erlauben. Hier ist an erster Stelle der Nd:YAG Laser zu nennen, mit dem die meiste Erfahrung auf diesem Gebiet vorliegt. Aber auch mit dem Diodenlaser konnten gute Erfolge verzeichnet werden. Ho:YAG Laser ist mit dünnen Fasern ebenfalls anwendbar, aber in der Zahnheilkunde nicht sehr weit verbreitet. Seit neustem wird auch der Er:YAG Laser auf dem Gebiet der Endodontie eingesetzt. Über dünne Saphirfasern ist eine Applikation im Wurzelkanal möglich. Erste Untersuchungen stimmen zuversichtlich. Weitere Untersuchungen sind allerdings nötig, um ein abschließendes Urteil fällen zu können.

Laser in der Parodontologie:

Ähnlich wie in der Endodontie sind auch in der Parodontologie Bakterien die Ursache für pathologische Veränderungen. Hier sind vor allem die Bakterien *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia* und *Actinobacillus actinomycetocombinans* zu nennen. Diese und andere führen bei Anwesenheit im gingivalen Sulcus zu einer entzündlichen Reaktion. Beim Anhalten dieser Entzündung kommt es durch komplizierte Vorgänge im Immunsystem letztendlich zu einem Knochenabbau und damit verbunden zu einer Taschenbildung. In diesen Taschen finden die o.g. Bakterien ein Refugium, was durch konventionelle Mundhygienemaßnahmen kaum zu erreichen ist. Die konventionelle Therapie sieht hier eine Reinigung mit Handinstrumenten oder Ultraschallsystemen der Taschen vor. In schwierigen Fällen ist die Tasche nur noch durch chirurgische Maßnahmen zugänglich. Eine Rekolonialisierung der Taschen mit Bakterien ist sehr häufig. Oft kommt es dann zum Einsatz von lokalen oder systemisch wirkenden Antibiotika verbunden mit der Problematik der Unverträglichkeit und Resistenzbildung. Eine Anwendung von Antibiotika über einen langen Zeitraum ist somit nicht indiziert.

Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen konnten vor allem für den Nd:YAG Laser positive Effekte bei einer unterstützenden Therapie der geschlossenen Kürettage nachweisen:

- Vaporisation erkrankten Gewebes, d.h. wirksame Entfernung von ulzeriertem Taschenepithel.
- Reduktion der subgingivalen Bakterienflora.
- Selektive Zerstörung Melanin produzierender Bakterien wie z.B. *Porphyromonas gingivalis* und *Prevotella intermedia*.
- Verzögerte Rekolonisation und höhere Effektivität in der Reduktion der subgingivalen Flora im Vergleich zu konventionellen mechanischen Therapien über ein Beobachtungsintervall von einem Jahr.
- Ähnliche, wenn nicht sogar bessere Reduktion der Taschentiefe durch Lasertherapie im Vergleich zur mechanischen Behandlung. Analog verhält es sich mit dem Blutungsindex.
- Entfernung von Konkrementen mit dem Nd:YAG Laser ist nicht möglich, allerdings wird die mechanische Wurzelglättung erleichtert.

Für die fasergeführten Dioden- und Argonlaser sind ähnliche Ergebnisse zu erwarten, wenn gleich noch nicht über einen vergleichbaren Erfahrungsschatz verfügt wird. Speziell konnten mit dem Diodenlaser auf dem verwandten Gebiet der Periimplantitis Erfolge erzielt werden. Der CO₂ Laser läßt sich zurzeit, aufgrund der eingeschränkten Applikationsmöglichkeit nur zur offenen Kürettage unterstützend verwenden. Mit dem Er:YAG Laser soll eine Entfernung von Konkrementen möglich sein. Hier besteht allerdings noch Untersuchungsbedarf. Eine selektive Entfernung von Konkrementen scheint mit dem frequenzverdoppelten Alexandrit-Laser möglich. Ein kommerzielles Lasersystem ist aber z.Z. nicht verfügbar.

Lasergestützte Kavitätenpräparation:

Hauptgebiet der konservierenden Zahnmedizin ist die invasive Therapie. Wird eine behandlungsbedürftige Karies diagnostiziert, muss nach wie vor die kariöse Zahnhartsubstanz entfernt werden. Dabei werden folgende Kriterien an die Präparation gestellt:

- Zahnhartsubstanzschonung
- selektive Kariesentfernung
- Pulpaverträglichkeit
- Patientenverträglichkeit
- Vorbeugung der Entstehung einer neuen Karies

Bei kritischer Betrachtung treten aber genau bei diesen Punkten die Nachteile der klassischen Präparation mit hochtourig rotierenden Instrumenten hervor:

- für den Patienten schmerzhaft
- unselektive Kariesentfernung mit Rosenbohrern und damit verbundene Entfernung gesunder Zahnhartsubstanz
- Pulpairritationen bei unvorsichtiger Arbeitsweise
- mögliche iatrogene Schädigung der Nachbarzähne verbunden mit einer Kariesprogression.
- Instrumentenwechsel und Drehzahlregulierung notwendig.

In Kenntnis der genannten Informationen ist man in der Zahnheilkunde schon seit langem bemüht, den herkömmlichen Bohrer durch ein schmerzarmes Verfahren zu ersetzen. Daher lag es nahe, die Wirkungsweise der verschiedenen Laser in diesem Gebiet der Zahnheilkunde zu untersuchen. Bis heute gelten die gepulsten Erbium Laser für diesen Indikationsbereich als am besten geeignet. Hier steht der Er:YAG Laser im Vordergrund. Aufgrund der hohen Affinität zu Wasser und zu Hydroxylapatit wird beim Auftreffen des Laserstrahls sein

Energiegehalt bereits an der Oberfläche thermomechanisch umgewandelt. Es kommt zu einem schlagartigen Verdampfen des Wasseranteils im Gewebe. Die plötzliche Volumenausdehnung des Wassers reißt Gewebspartikel aus ihrem Verbund heraus. Es kommt zur Ablation von Zahnhartsubstanz.

Die Vorteile einer derartigen Präparation liegen in der Schmerzarmut für den Patienten, der Pulpaverträglichkeit und der Möglichkeit einer gewissen selektiven Kariesentfernung.

Nachteile bestehen in der Genauigkeit der Präparation, so sind aufgrund der hohen Rauigkeit laserpräparierte Kavitäten z.Z. nur zur Versorgung mit Kompositen geeignet, und der geringen Effektivität. Auch wenn bei der Präparationsgeschwindigkeit deutliche Fortschritte erzielt werden konnten, ist selbst mit den schnellsten Lasersystemen ca. Nur ein Drittel der Präparationsgeschwindigkeit einer Turbine zu erreichen.

Zusammenfassung

In der Endodontie besteht langjährige Erfahrung mit dem Einsatz des Nd:YAG und Dioden-Lasers als unterstützende Maßnahme neben der klassischen Aufbereitung. Hier werden durchweg positive Effekte erzielt. Der Er:YAG Laser zeigt in ersten Untersuchungen ebenfalls antibakterielle Wirksamkeit. In Zukunft ist aber vielleicht nur die Unterstützung der klassischen Behandlung sondern auch die Aufbereitung der Wurzelkanäle mit dieser Wellenlänge denkbar.

In der Parodontologie lassen sich vor allen den Nd:YAG und der Dioden-Laser zur geschlossenen Kürettage verwenden. Der keimreduzierende Effekt wurde vielfach nachgewiesen. Seit neuester Zeit wird hier der Lasereinsatz auch als präventive Maßnahme diskutiert, da immer öfter die orale Mundgesundheit mit systemischen Erkrankungen (Endokarditis, Diabetes, Frühgeburten) in Verbindung gebracht wird.

Bei der Bearbeitung von Zahnhartsubstanzen kann der Laser derzeit den „Bohrer“ noch nicht in allen Bereichen ersetzen. Seine spezifische Arbeitsweise erlaubt z.B. nicht die Kronenpräparation. Für die Versorgung von Primärläsionen mit plastischen Füllungsmaterialien kann der Er:YAG Laser aber als alternatives Präparationssystem angesehen werden.