

# Evidenzbasierte Laseranwendung in der Parodontaltherapie

Laserapplikationen sind in der Parodontaltherapie im Rahmen der Kausaltherapie möglich. Sie setzen jedoch Kenntnis der apparativen Bestahlungsmöglichkeiten, der parodontalen Entzündungsprozesse sowie deren Ursachen und Verlauf voraus. Auch ist es wichtig, mit den konventionellen, kausalen Behandlungsmethoden zur Sanierung parodontaler Defekte vertraut zu sein und deren Abgleich mit Laserbehandlungen zu kennen.

Prof. (emerit.) Dr. Heinz H. Renggli/EX Nijmegen, Niederlande

**n** Ein gesundes Parodont kann entweder durch Entzündung oder durch übermäßige mechanische Belastungen geschädigt werden. Mögliche Folge der Entzündung ist Attachmentverlust mit Taschenbildung (Parodontitis), mögliche Folge übermäßiger Belastung Attachmentverlust ohne Taschenbildung (Rezession).

## Gesundes Parodont

Beim gesunden Parodont umschließt die Gingiva auf Höhe der Schmelz-Zement-Grenze die Zähne kragenförmig (Lindhe et al. 2008). Da diese zusammen mit dem Alveolarknochen zwischen den Zähnen bogenförmig der Schmelz-Zement-Grenze folgt, also höher liegt als bukkal und lingual, imponiert interdental die Gingiva als Papille (Abb. 1). Ihre Dicke beträgt interdental bei normalem Zahnstand durchschnittlich 6 mm. Beim Jugendlichen liegt das Saumepithel dem Schmelz an, beim jungen Erwachsenen aber bereits dem zervikalsten Anteil des Wurzelzementes. Apikalwärts des Saumepithels sind Bindegewebefasern der Gingiva am Wurzelzement fixiert und noch weiter apikalwärts ist die Verankerung des Zahnes in der Alveole durch Desmodontalfasern gesichert, die einerseits mit dem Alveolarknochen und andererseits mit dem Wurzelzement verbunden sind. Zwischen den Fasern befinden

sich neben Gewebe- und Blutzellen reichlich Blutgefäße und Gewebeflüssigkeit, die für die Elastizität des Desmodonts mitverantwortlich sind, wodurch Kaukräfte primär abgefedert und auf den Alveolarknochen übertragen werden. Die Fasern verlaufen nicht direkt vom Alveolarknochen zum Wurzelzement, sondern teilen sich im Desmodontalraum zum sogenannten Plexus auf.

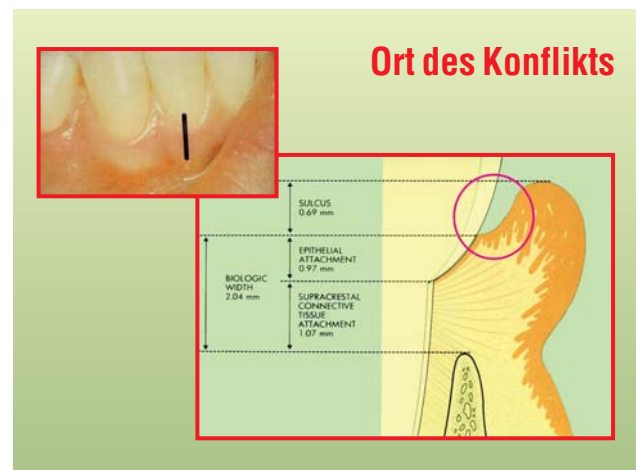
Die feste Verbindung des Saumepithels, der Bindegewebefasern der Gingiva sowie des Desmodontes wird Anheftung oder Attachment genannt. Das Anheftungsniveau liegt beim parodontal Gesunden auf Höhe der Schmelz-Zement-Grenze. Verschiebung der Anheftung weiter nach apikal wird als Anheftungs- bzw. Attachmentverlust bezeichnet. Dieser tritt entweder als Folge parodontaler Entzündung oder übermäßiger Beanspruchung des Parodontes auf.

## Parodontale Destruktion durch Entzündung

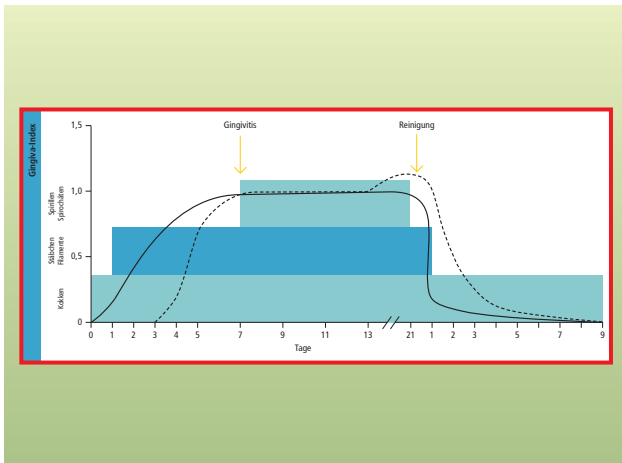
Die häufigste Form der parodontalen Entzündung ist die Gingivitis (Abb. 2). Sie gilt als Vorstadium zur Parodontitis. Loë et al. (1965) haben mit einem vortrefflichen Humanexperiment nachgewiesen, dass Plaqueakkumulationen entlang des Gingivasaums deren Ursache sind. Ebenso konnten sie zeigen, dass die Gingivitis



**Abb. 1:** Gesundes Parodont. Sulkusepithel liegt auf Höhe der Schmelz-Zement-Grenze.



**Abb. 2:** Der Ort des Konflikts zwischen Plaque und Gingiva liegt im gingivalen Sulkus.



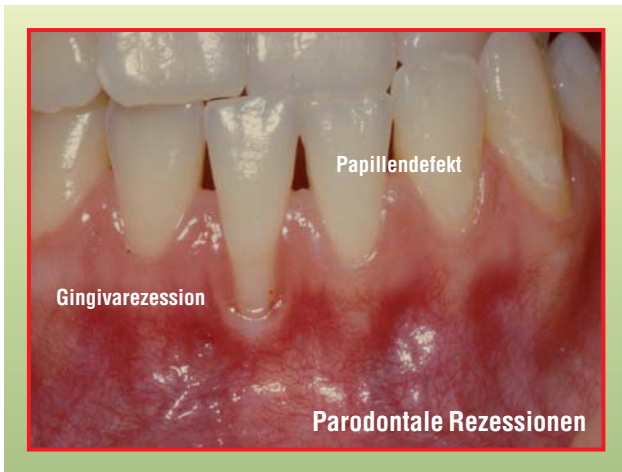
**Abb. 3:** Mit dem Humanexperiment von Løe et al. (1965) wurde der Zusammenhang zwischen Plaque und Gingivitis demonstriert. Durch Vernachlässigung der Mundhygiene entwickelt sich Plaque, die innerhalb weniger Tage Gingivitis zur Folge hat. Wird Plaque entfernt, nimmt die Gingivitis ab, bei guter Mundhygiene wird die Gingiva wieder gesund. Gingivitis ist also reversibel.

nach sorgfältiger Entfernung der Plaque reversibel ist (Abb. 3). Bleibt die Entzündung des Zahnfleisches jedoch bestehen, kann sie sich auf tieferliegende Gewebe ausbreiten, was schließlich zur Parodontitis führt. Untersuchungen haben gezeigt, dass nicht primär das Eindringen von Bakterien in die Gingiva dafür verantwortlich ist, sondern die gingivalen Entzündungsprozesse selbst als primäre Ursache des Parodontitisprozesses gesehen werden müssen (Kornman et al. 1997; Kinane et al. 2008; Socransky und Haffajee, 2008). Das den Sulkus auskleidende Saumepithel ist einerseits über Hemidesmosomen fest mit der Zahnoberfläche verbunden, andererseits lassen die desmosomalen Verbindungen der Saumepithelzellen unter sich das Durchsickern von mikrobiellen toxischen und enzymatischen Agentien aus dem sulkulären Biofilm durch das Saumepithel zu; es ist nämlich permeabel. Allererst reagieren auf diesen exogenen Reiz die Blutgefäße in der Gingiva mit Vasodilatation. Dadurch können im Blut vorhandene Abwehrstoffe (z.B. Antikörper) und Abwehrzellen mit dem Transsudat ins Gingivagewebe gelangen, welches sich schließlich als Exsudat (Sulkusflüssigkeit) über den Sulkus in den Speichel entleert. In der Sulkusflüssigkeit befinden sich Abwehrstoffe und Abwehrzellen, die teilweise bereits hier ihre Abwehraufgaben gegen Fremdstoffe und Bakterien erfüllen. Abwehrzellen (Mikro- und Makrophagen) haben zur Aufgabe, entweder für den Körper fremde Stoffe und Partikel zu phagozytieren und somit für den Organismus unschädlich zu machen oder sie bilden Antikörper (Lymphozytenpopulation), die sich mit körperfremden Stoffen (Antigenen) verbinden und schließlich von den Phagozyten aufgenommen werden. Phagozyten und Lymphozyten haben also eine wichtige Abwehrfunktion gegen das Eindringen von körperfremden Stoffen ins Gewebe sowohl auf lokalem wie auch auf systemischem Niveau zu erfüllen. Sie geben dabei Stoffe ab, sogenannte Zytokine, die ihrerseits weitere

Abwehrmechanismen stimulieren und so mithelfen, eine komplette Verteidigung der gingivalen Gewebe gegen das Eindringen von Fremdstoffen, Bakterien und deren Toxine aufzubauen. Zytokine haben aber auch Nebenwirkungen, die lokal für den parodontalen Knochen und die parodontalen Weichgewebe destruiende Folgen haben und schließlich zur Parodontitis führen (Kinane et al. 2008). Sie unterdrücken die Aktivität der Osteoblasten und stimulieren gleichzeitig jene der Osteoklasten, hemmen die Fibroblastenaktivität und fördern die Bildung verschiedener Proteasen, die mithelfen das parodontale Gefüge zu zerstören. Aus dem zunächst harmlosen sulkulären Biofilm hat sich ein gut strukturierter subgingivaler Biofilm entwickelt, in dem anaerobe, gramnegative Bakterien überhand nehmen. Mit Parodontitis assoziierte Keime lösen sich aus dem Biofilm und dringen in die durch Entzündung bereits geschädigten parodontalen Gewebe ein. Und es spielt sich noch ein weiterer Prozess ab. Mikroorganismen, die nur kurzlebig sind, zerfallen im Gingiva-sulkus schnell und geben ihren enzymatischen Inhalt frei, der seinerseits zur Auflockerung des sulkulären Epithelialgefüges beiträgt. Die Saumepithelzellen proliferieren in die Tiefe, verändern ihre Form und Funktion und sind am Boden der gingivalen Spalte nur noch locker miteinander verbunden. Der gingivale Sulkus ist zur parodontalen Tasche geworden, die durch eine sehr verletzbare Taschenepithelschicht ausgekleidet ist. Das Taschenepithel ist für mikromolare Stoffe, später auch für Bakterien permeabel. Ohne übermäßigen Kraftaufwand wird es beim Sondieren einer Parodontaltasche durchtrennt. Aufseiten des Zahnes liegt durch die Taschenbildung der Wurzelzement jetzt bloß. Beim gesunden Parodont ist die Zahnwurzel mit Wurzelzement bedeckt, der eine zweifache Funktion hat; einerseits schützt er das darunterliegende, mit vielen Odontoblastenkanälen durchsetzte Wurzelzement, andererseits dient er der Verankerung von gingivalen Bindegewebsfasern und Desmodontalfasern, die über den Desmodontalplexus mit dem alveolären Kieferknochen verbunden sind. Die Faseranordnung und die Struktur des Faserplexus lassen



**Abb. 4:** Gewisse Bakterien der subgingivalen Plaque sind imstande durch den Wurzelzement bis ins Dentin vorzudringen (Adriaens et al. 1988).



**Abb. 5:** Parodontale Rezessionen: Es wird unterschieden zwischen Papillendefekten und Gingivarezessionen.

eine beschränkte Mobilität des Zahnes im Zahnfach zu, die mit dem Verlust von parodontalen Stützgeweben zunimmt. Die Oberfläche des Wurzelzementes in parodontalen Taschen ist nicht mehr glatt. Sie zeichnet sich durch Unebenheiten und selbst durch großflächige und teilweise tiefe, löcherige Defekte aus. Darin etablieren sich Biofilme, in denen Keime kolonisieren, die ins Gewebe eindringen und aktiv zur parodontalen Destruktion beitragen können (Abb. 4).

Durch parodontale Destruktionen (Attachmentverlust) in Form von Parodontitis oder Rezessionen wird Wurzelzement nicht mehr durch Weichgewebe bedeckt. Der Wurzelzement ist dann entweder in parodontalen Taschen exponiert, wo er mit subgingivalen Bakterien und deren Attacken konfrontiert wird, oder er ist dem Mundmilieu ausgesetzt, wo mit der Nahrung aufgenommene Säuren zu Schädigungen führen können.

### Destruktion durch mechanische Überbeanspruchung parodontaler Gewebe

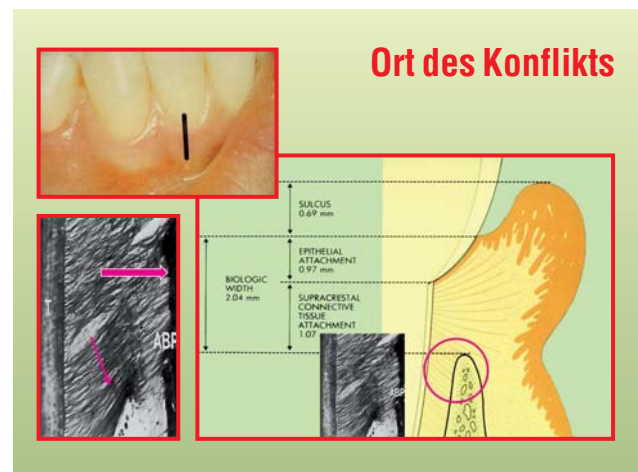
Mechanische Faktoren sind häufigste Ursache parodontaler Rezessionen. Diese werden in Gingivarezessionen und Papillendefekte unterteilt (Abb. 5). Mit mehreren Publikationen ist der enge Zusammenhang zwischen Gingivarezessionen und zu intensivem und zu frequentiertem Gebrauch von Zahnbürsten belegt (Wennström et al. 2008). Es wurden Experimente durchgeführt, um die Mechanismen im Gewebe zu ergründen, die letztlich zu parodontalen Rezessionen Anlass geben. Lückenlose Erklärungen dafür liegen bis heute nicht vor. Auch sind einige Publikationen greifbar, die den Zusammenhang zwischen okklusor-artikulären Störungen und gingivalen Rezessionen erfasst haben (de Boever u. de Boever, 2009) wie auch Rezessionsbildung nach orthodontischer Behandlung. Als gängige Erklärung wird angeführt, dass aufgrund mangelhafter Quantität und Qualität des marginalen, bukkalen und lingualen Alveolärknochens dünne Lamellen durch mechanische Überbelastung wegbre-

chen. Zur Aufrechterhaltung der biologischen Breite der Gingiva weicht diese nach apikal zurück. Der Ort des Konfliktes ist nicht der Sulkusbereich wie beim Zustandekommen der Gingivitis/Parodontitis, sondern der Bereich des marginalen Alveolarknochens (Abb. 6). Auch im nicht mehr durch Gingiva bedeckten Wurzelzement finden sich Lakunen, in denen Mikroorganismen siedeln. Diese Lakunen sind jedoch nicht in Taschen exponiert, haben deshalb auch keine Bedeutung für Auslösen und Aufrechterhalten parodontaler Entzündungen, solange sie nicht als Retentionen für großflächige Plaqueansammlungen dienen.

Die parodontale Rezession geht, im Gegensatz zum entzündungsbedingten Attachmentverlust, primär nie mit Taschenbildung einher. Mit einigen Experimenten wurde versucht, Taschenbildung allein durch übermäßige Belastung von Zähnen zu erzeugen. Dieses ist noch nie gelungen. Es steht deshalb fest, Taschenbildung kann nur über mikrobiell ausgelöste Entzündungsmechanismen erfolgen, niemals über falsche oder übermäßige Belastung von Zähnen. Wohl ist gezeigt worden, dass bei bereits vorliegender Parodontitis die Destruktion durch okklusale Fehlbelastung beschleunigt wird. Auch ist es möglich, bei bestehender Rezession durch Plaqueakkumulation Gingivitis auszulösen, aus der sich Parodontitis entwickeln kann.

### Kausale Initialtherapie der Parodontitis

Jede Parodontaltherapie ist in der modernen Auffassung in erster Linie auf die Entfernung der Ursache ausgerichtet (Claffey und Polyzois, 2008; Van der Weyden und Echeveria, 2008). Bei parodontalen Rezessionen gilt es deshalb, zunächst die Technik der Zahnreinigung zu korrigieren und dauerhaft zu verbessern, auch sollen Okklusionsstörungen behoben werden. Bei Parodontitis sind mit großer Sorgfalt harte und weiche Zahnbeläge supra- und subgingival zu entfernen und soll Patienten eine adäquate Reinigungstechnik beigebracht werden. Bis zur Mitte der 80er-Jahre des letzten Jahr-



**Abb. 6:** Ort des Konfliktes ist bei Rezessionen nicht der Sulkus, sondern der marginale Rand des Alveolarknochens und die Desmodontalfasern. Sie werden durch Überbelastung geschädigt.

hunderts herrschte die Auffassung, dass die Kolonisation von Bakterien in den Lakunen des Wurzelzementes und deren Endotoxinablagerungen im Wurzelzement eine fortdauernde Quelle für Entzündungsreaktionen und Destruktionsprozess wären. Diese These wurde durch die Publikation von Adriaans et al. (1988) gestützt. Sie hatten gezeigt, dass bestimmte, aus parodontalen Taschen isolierte Bakterien in der Lage sind, durch den infizierten Wurzelzement bis ins Dentin vorzudringen (Abb. 6). Die Forderung nach radikaler Entfernung des Wurzelzementes bei durch Parodontitis geschädigten Zähnen war scheinbar berechtigt. Bereits zwei Jahre davor erregte jedoch eine Studie Aufmerksamkeit (Badersten et al. 1986), die das radikale Entfernen des infizierten Wurzelzementes beim Scaling (Sc), Scaling /Rootplaning (Sc/Rpl) und bei der Kürettage infrage stellte. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden für die Entfernung subgingivaler Beläge spezielle Küretten bevorzugt, da die Ansätze der Ultraschallgeräte dafür wegen ihrer Dimension und der mangelhaften Kühlung nicht geeignet waren. Erst mit der Einführung der „Periotips“, die speziell für das subgingivale Scaling entwickelt wurden, gewannen Ultraschallgeräte für die Reinigung von Taschen Bedeutung. Die „Periotips“ waren so schlank gestaltet, dass sie einfach in die Taschen einzuführen und mit subgingivalen Belägen in Kontakt zu bringen waren. Die Gruppe Badersten hatte nun bei verschiedenen Taschentiefen, variierend von zwei Millimetern bis zu zehn Millimetern, die Effektivität der Handinstrumentation mit jener der Ultraschallapplikation verglichen. Als Parameter wurden Veränderungen im parodontalen Entzündungsgrad, der Sondierungstiefen und des Attachmentniveaus untersucht. Es zeigte sich, dass zwischen Hand- und Ultraschall-Instrumentation bei keinem der Parameter signifikante Unterschiede festzustellen waren. Mit beiden Reinigungsmethoden nahm sowohl die Entzündung ab, wurden die Sondierungstiefen nach Initialwerten von über vier Millimetern deutlich geringer und war der klinische Attachmentgewinn vergleichbar. Diese Ergebnisse wurden später von mehreren Untersuchern bestätigt. Damit war erwiesen, dass das radikale Abtragen von Wurzelzement und infiziertem Dentin für den Behandlungserfolg (Abnahme der Entzündung und Sondierungstiefe sowie Gewinn von klinischem Attachment) nicht notwendig ist. Mit der Einführung von „Slimline Inserts“ sind heutzutage Ultraschallansätze am Markt, mit denen Verletzungen des Wurzelzementes weitgehend vermieden werden können. Bei konventionellen Ansätzen konzentriert sich 80% der Vibrationskraft auf die Spitze des Instrumentes, wobei bei minimaler Winkelung des Ansatzes gegenüber der Wurzeloberfläche harte Zahnbeläge effektiv entfernt werden. Bei direktem Kontakt mit dem Wurzelzement hingegen besteht Verletzungsgefahr des Wurzelzementes. Es werden Defekte erzeugt, die den beschriebenen Lakunen gleichen. Sie dienen subgingivalen Bakterien als Kolonisationsnischen und wurden früher durch anschließendes Glätten der Wurzeloberfläche mit Handinstrumenten oder feinen



**Abb. 7:** Grazile, gebogene Ansätze für Ultraschallgeräte fügen dem Wurzelzement kaum Schäden zu. Die Schwingkraft konzentriert sich nämlich nicht auf die Spitze wie bei den konventionellen Ansätzen, sie ist über das gesamte Instrument verteilt. Deshalb wird bei der neuesten Generation der Ultraschallansätze nicht die Spitze des Instrumentes mit der Zahnoberfläche in Kontakt gebracht, sondern der ganze Bogen.

„Rootshape Diamanten“ eliminiert. Diese beiden Verfahren haben wiederum Substanzverlust zur Folge. Beim „Slimline Insert“ ist die Vibrationskraft hingegen über den ganzen gebogenen Ansatz verteilt (Abb. 7). Es wird deshalb auch der ganze gebogene Ansatz mit der Wurzeloberfläche in Kontakt gebracht, Verletzungen sind dadurch auszuschließen (Abb. 7).

Jahrelang galt als die geeignetste Methode für die Initiale Parodontitistherapie die Kürettage. Sie hat an Bedeutung, da für Weich- und Hartgewebe viel zu aggressiv, weitgehend verloren. An ihre Stelle ist das gewebeschonende Wurzeldebridement (RD) mit (Ultra-) Schallinstrumenten getreten, das sich strikt auf das Entfernen von Zahnstein und des subgingivalen Biofilms konzentriert. Es ist erwiesen, dass supra- und subgingivale Beläge mit Handinstrumenten oder (Ultra-) Schallgeräten gleichermaßen gut entfernt werden können. (Ultra-) Schallinstrumente sind jedoch leichter zu handhaben und Geübte benötigen für die Reinigung weniger Zeit. (Ultra-)Schallansätze der neuesten Generation sind so gestaltet, dass beim fachkundig durchgeführten Reinigungsprozess weder Verletzungen der Hart- noch Weichgewebe zustande kommen. Auch bietet das rigorose subgingivale Reinigen aller Taschen innerhalb von zwei Tagen mit gleichzeitiger massiver Chlorhexidinapplikation (Full Mouth Disinfection = FMD) gegenüber dem konventionellen quadrantenweise oder halbseitigen Vorgehen keine Vorteile. Beide Prozeduren führen zu klinischem Attachmentgewinn und Verminderung der Sondierungstiefe.

### Vorbehandlung bei gingivalen Rezessionen

Gingivarezessionen von mehr als zwei Millimetern sind vornehmlich ein ästhetisches Problem, das allein durch chirurgische Maßnahmen zu korrigieren ist. Vorange-

hend sollten die Ursachen jedoch erkannt, ausgeschaltet und die dem Mundmilieu jahrelang ausgesetzten Wurzeloberflächen so konditioniert werden, dass die infizierte Wurzelzementschicht oder durch Putzdefekte freigelegtes Wurzelentin nach der chirurgischen Maßnahme Reparatur oder Regeneration parodontaler Gewebe nicht stören oder gar verhindern. Die Wurzeloberfläche sollte darum mit geeigneten Instrumenten geglättet werden. Erst dann sind gingivale Rezessionen entweder mittels gestielter Lappen oder freier Bindegewebstransplantate zu beheben (Wennström et al. 2008). Beide Techniken führen zum gewünschten Erfolg. Der Bindegewebstransplantation wird jedoch der Vorzug gegeben, da Bildung neuer parodontaler Gewebe stimuliert wird.

### Chirurgische Reduktion parodontaler Taschen

Die Zielsetzung der modernen Parodontitistherapie ist, das Parodont entzündungsfrei zu machen und gleichzeitig die Taschentiefe zu reduzieren (Wennström et al. 2008). Diese sollte nach der Therapie nicht mehr als fünf Millimeter betragen. Heutzutage wird diese Zielsetzung weitgehend mittels regenerativen Therapien realisiert. Man geht mit dem Gewebe sehr vorsichtig um und versucht, die regenerative Potenz des Parodonts zu mobilisieren. Die aktuelle Parodontitistherapie strebt Attachmentgewinn an. Dieser kann erreicht werden durch parodontale Reparatur, wobei nur einige der parodontalen Gewebe regenerieren, die parodontale Wunde aber nach sorgfältiger Entfernung der mikrobiellen Beläge ausheilt und die Taschentiefe reduziert wird. Histologisch zeichnet sich parodontale Reparatur durch ein langes Epithel an der Wurzeloberfläche aus, wie es jeweils nach einem Rootbridement oder Scaling/Root Planing in geschlossener und offener Form (Lappenoperation ohne Knochenchirurgie) vorliegt. Mit speziellen Methoden können auch alle parodontalen Gewebe zur Regeneration angeregt werden. Als regenerative Methoden haben sich mehrere Techniken bewährt: gelenkte Geweberegeneration (GTR), Applikation von Emdogain® und Kombinationstechniken, wobei Knochen oder Knochenersatzmaterialien in alveolären Defekten mittels Membran bedeckt und fixiert werden. Damit wird Attachment gewonnen und die Sondierungstiefe auf das normale Maß von 2–3 mm zurückgebracht.

### Applikation von Laserstrahlen in der PA-Therapie

In der Medizinliteratur finden sich viele Publikationen über Laser. Auch Beiträge, die sich ausschließlich mit zahnmedizinischen Applikationen auseinandersetzen, sind reichlich vorhanden. Leider muss festgestellt werden, dass die meisten Veröffentlichungen Falldokumentationen sind. Verglichen damit ist die Anzahl kontrol-

lierter (Langzeit-)Studien, die den Anforderungen wissenschaftlichen Handelns genügen, eher beschränkt. Cobb (2006) hat mit einer hervorragenden systematischen Literaturübersicht auf diese Problematik aufmerksam gemacht und klargestellt, dass wohl in der Praxisituation mit Lasern verschiedene Handlungen im oralen Bereich durchgeführt werden, ohne dafür Sicherheit für einen verantwortbaren Erfolg zu haben oder den Beweis dafür, dass eine Laserbehandlung besser oder zumindest der konventionellen Therapie ebenbürtig ist. Nach sorgfältiger Sammlung und Sichtung des Schrifttums über orale Lasertherapien wurden vornehmlich auf parodontale Applikationen ausgerichtete Publikationen ausgewählt. „Non-peer-reviewed“-Artikel und jene, die sich mit der Technik von Lasern auseinandersetzen oder persönliche Meinungen wiedergeben, wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Es blieben schließlich 278 Artikel übrig, die den zuvor festgelegten Kriterien für die weitere Beurteilung genügten. Für die Behandlung oraler Weich- und Hartgewebe werden verschiedene Lasertypen und unterschiedliche Wellenlängen angeboten. In Tabelle 1 sind jene Lasertypen zusammengestellt, mit denen parodontale Behandlungen am häufigsten vorgenommen werden.

Lasertyp	Wellenlänge (nm)	Absorptionskoeff. hoch	Eignung
CO <sub>2</sub> -Laser	10.600 nm	Wasser	Weichgewebeinzision Ablation Kürettage
Diodenlaser	800–950 nm	pig. Gewebe	aPDT u.a.
Nd:YAG-Laser	1.064 nm	pig. Gewebe	Weichgewebeinzision Ablation Kürettage Bakt. Elimination
Er:YAG-Laser	2.940 nm	Wasser Apatit	Ablation: min. Gewebe Zahnstein

Tab. 1: In der Parodontaltherapie gebräuchliche Lasertypen.

Die durch Laser abgegebene Lichtenergie ist im Wesentlichen monochromatisches Licht und demzufolge durch eine Wellenlänge charakterisiert. Die Photonen werden in Form eines Energiebündels, welches zu einem intensiv fokussierten Strahl ohne Divergenzen verdichtet ist, phasenweise, d.h. periodisch sehr exakt gepulst, ausgestrahlt. Trifft der Laserstrahl auf biologische Gewebe, wird die Energie von der Gewebeoberfläche absorbiert. Dringt der Strahl jedoch tiefer ein, wird die absorbierte Strahlungsenergie Hitze erzeugen. Die Folge wird ein sich im Gewebe abspielender photothermischer Prozess sein, der sich entweder in Erwärmung, eventuell Koagulation des Gewebes äußert oder aber die absorbierte Energie löst Verdampfung von Geweben aus, was bei Gewebeinzisionen und -exzisionen bewusst, aber kontrolliert in Kauf

genommen wird. Verschiedene Variablen beeinflussen die Absorption der Strahlungsenergie (Cobb, 2006): Wellenlänge, kontinuierliche oder gepulste Wellenform, Pulslänge, Leistung (W), Energie/Puls, Energiedichte, Dauer der Bestrahlung, Winkelung der Lichtsonde zur Oberfläche. Aber auch die Beschaffenheit der Gewebe wie Pigmentierung, Wassergehalt, Mineralgehalt und Hitzebeständigkeit spielen eine große Rolle. Knochen mit ca. 67% anorganischem und ca. 33% organischem Anteil wird gegenüber der Laserbestrahlung anders reagieren als Gingiva mit einem Wasseranteil von ca. 70%. Auch sollen die Ausbreitung der Hitze im Gewebe und deren Abfluss aus dem Gewebe eine Rolle spielen.

Aufgrund der verschiedenen Applikationsmöglichkeiten von Lasern und der Diversität der Wellenlängen sollte im Vorfeld geklärt werden, welche parodontalen Eingriffe mit Lasern evidenzbasiert erfolgreich vorgenommen werden können und, verglichen mit konventionellen Methoden, effizienter durchzuführen sind. Auch sollte die Wundheilung und sicher auch der Komfort für Patienten mit berücksichtigt werden.

Aus der Übersichtsarbeit von Cobb (2006) geht hervor, dass CO<sub>2</sub>-, Nd:YAG- und Diodenlaser sehr häufig gebraucht werden für Frenektomien, Gingivektomien, Gingivoplastiken, Deepithelisation von PA-Lappen, die Entfernung von Granulationsgewebe, die Freilegung von Implantaten, zur Biopsieentnahme, zur Irradiation von Aphthen, Koagulation blutender Wunden und zur Entfernung von Gingivapigmentierungen. Für keine dieser Prozeduren sind, aus begrifflichen Gründen, Humanstudien greifbar, die zeigen könnten, dass die Lasermethoden den herkömmlichen Methoden überlegen wären. Wohl wird in Fallbeschreibungen auf die Vorteile der Laserbehandlung im individuellen Falle hingewiesen, was sich vornehmlich auf eine geringere Schmerzempfindung, Reduktion der Blutungsneigung sowie problemlose Wundheilung zusammenfassen lässt.

Mit den systematischen Literaturübersichten von Cobb (2006), Schwarz et al. (2008) und Karlsson et al. (2008) ist gezeigt worden, dass sich Nd:YAG- und Er:YAG-Laser als nützliche Geräte in der Initialphase der Parodontitistherapie erwiesen haben. Ihnen kann darum in der Kausaltherapie ein fester Platz zugewiesen werden. Es gibt genügend Evidenz dafür, dass insbesondere Er:YAG-Laser zur Entfernung subgingivaler harter Beläge und zur Beherrschung subgingivaler Biofilme mit Erfolg einzusetzen sind. Die Reduktion der Sondierungstiefe nach Laserapplikation ist mit jener nach Scaling und Wurzelglättung (SRP) zu vergleichen. Wird Attachmentgewinn nach der Initialtherapie als Goldstandard herangezogen, kann die Lasertherapie sogar minimal besser abschneiden (Schwarz et al. 2001; 2003a und b). Mit Lasern sind subgingivale Zahnsteinakkumulationen und Biofilme also ebenso gut zu entfernen und zu beeinflussen wie mit mechanischen Geräten, gleichgültig ob mit konventioneller Handinstrumentation oder, wie Sculean et al. (2004) und Tomasi et al. (2006) nachwiesen, mit fortschrittlicher

Ultraschallinstrumentation. Diese Erkenntnisse sind mit der Studie von Rotundo und Kollegen (2010) aktuell noch präzisiert worden. Im „Split-mouth“-Design wurde der Behandlungserfolg vier verschiedener Verfahren verglichen, nämlich supragingivales Debridement (S), Scaling und Wurzelglättung (SRP), Er:YAG-Laser (L) und SRP+Er:YAG-Laser (SRP+L). Wird wiederum Attachmentgewinn als Goldstandard des Erfolgs betrachtet, zeigen nach sechs Monaten Beobachtungszeit sowohl die Kombination von Handinstrumentation mit Lasertherapie (SRP+L), Laserapplikation allein (L) und Scaling/Wurzelglättung (SRP) bessere Ergebnisse als supragingivales Debridement allein (S). Entsprechend ist die Reduktion der Sondierungstiefen bei SRP, der Kombination von SRP+L und Laserapplikation (L) größer als nach dem supragingivalen Debridement (S). Am besten schnitt in dieser gut kontrollierten Studie die Handinstrumentation (SRP) ab. Werden jedoch die Werte für Attachmentgewinn und Taschenreduktion von SRP, SRP+L und L miteinander verglichen, wird deutlich, dass den Unterschieden kaum klinische Relevanz zukommt. Weiter wurde die Feststellung von Schwarz et al. (2001) bestätigt, dass Laserapplikation nach instrumenteller Reinigung und Wurzelglättung keinen zusätzlichen Nutzen hat. Wichtig ist auch die Erkenntnis, dass nach Laserapplikation zur subgingivalen Reinigung subjektiv weniger Beschwerden auftreten als nach der Handinstrumentation. Die Frage nach dem Zeitaufwand für die parodontale Initialtherapie mit mechanischen Geräten oder mit Lasern ist mit den Studien von Tomasi et al. (2006), wo Ultraschallgeräte zum Vergleich herangezogen wurden, und der Gruppe von Rotundo (2010), die Handinstrumente und Laser verglich, zugunsten der Laserapplikation geklärt worden. Sie ist weniger zeitaufwendig.

Für den Einsatz von Lasern für parodontalchirurgische Eingriffe, die im Rahmen korrigierender PA-Therapien nach vorangegangener Kausaltherapie und Evaluation derselben zur Verringerung der Sondierungstiefen oder zur Regeneration parodontaler Gewebe notwendig werden, können keine auf zufriedenstellender Evidenz basierende Empfehlungen gegeben werden. Die Datenlage ist zu dünn.

Eine interessante und Erfolg versprechende Neuerung der letzten Jahre in der durch Laser unterstützten Parodontaltherapie ist die antimikrobielle Photodynamische Therapie (aPDT). Mit der aPDT wird versucht, nach sorgfältiger, mechanischer Entfernung subgingivaler Beläge mittels Hand- oder Ultraschallinstrumenten, die in den Unebenheiten des Wurzelzements oder in dessen Lakunen verbliebenen Bakterien zu eliminieren. Vorgehen und die sich dabei abspielenden Reaktionen wurden von Braun et al. (2007), Braun (2010) und Krause und Braun (2009) zusammenfassend folgendermaßen beschrieben: Mit einer stumpfen Kanüle wird eine lichtaktive Farbstofflösung (Thiazinfarbstoff) in die parodontale Tasche appliziert und nach vorgeschriebener Einwirkzeit, während der sich der Farbstoff (Photosensibilisator) an die Bakterien fixiert, sorgfältig und vollständig aus der Tasche herausgespült. Der an die Bakte-

rien gebundene Photosensibilisator wird anschließend mit einer bis zum Taschenboden vorgeschobenen Lichtsonde, die an einen Diodenlaser gekoppelt ist, bestrahlt. Mit zirkulären, von apikal nach koronal geführten Bewegungen wird der gesamte subgingivale Biofilm erfasst. Der Laserstrahl aktiviert den an die Bakterien gebundenen Photosensibilisator, wobei der Thiazinfarbstoff durch die absorbierte Lichtenergie in einen instabilen Zustand überführt wird. Es kommt zur Energieübertragung auf Sauerstoffmoleküle, die im energetischen Grundzustand als Triplett vorliegen. Der daraus hervorgehende, sehr reaktive Singulett-Sauerstoff ist in der Lage, starke zytotoxische Effekte durch Oxidation auszuüben. Dabei können bei anaeroben Keimen Bestandteile der Zellmembran, der Zellorganellen und des Zellkerns zerstört werden.

2008 berichteten Christodoulides und Kollegen, dass sie in einer vergleichenden Humanstudie nach drei und sechs Monaten keine Unterschiede finden konnten bezüglich aller klinischen Messungen und mikrobiologischen Parametern zwischen einer Kontrollgruppe, deren Taschen mit SRP gereinigt wurden und der Testgruppe, die zusätzlich zur SRP eine einmalige aPDT erhielt. Weder Attachmentniveau, Sondierungstiefen noch aus den Taschen isolierte Paropathogene waren signifikant verschieden. Wohl war die Blutungsneigung beim Sondieren von Taschen (BOP) bei den Testpatienten sowohl nach drei als auch nach sechs Monaten signifikant geringer, obwohl sich die supragingivale Plaqueswerte nicht essenziell unterschieden. Aus einer Kurzzeitstudie von Braun et al. (2008) mit Testpatienten (SRP+aPDT) und Kontrollpatienten (SRP) über drei Monate darf je-doch geschlossen werden, dass einer einmaligen aPDT doch Bedeutung zukommt. In beiden Gruppen verbesserten sich die Blutungsneigung (BOP), die Sulkusflüssigkeitsfließraten (SFFR), Attachment und Sondierungstiefen signifikant nach drei Monaten, bei Taschen mit zusätzlicher aPDT jedoch deutlich mehr. Lulic et al. (2009) überlegten, ob mehrfaches Anwenden der aPDT zu besseren Resultaten führen könnte. Zehn Nachsorgepatienten mit insgesamt 70 Resttaschen, die tiefer als fünf Millimeter waren, wurden auf zwei Gruppen aufgeteilt. Bei den Testpatienten wurden die Taschen nach der Reinigung innerhalb von zwei Wochen fünfmal mit aPDT behandelt, während bei den Patienten der Kontrollgruppe die Lasersonde zwar in die Taschen eingebracht, der Laserstrahl aber nicht aktiviert wurde. Nach drei, sechs und zwölf Monaten wurden die Werte für Attachmentniveau (RAL), Sondierungstiefen (PPD) und Blutungsneigung (BOP) erhoben. Es zeigte sich, dass sechs Monate nach aPDT die Reduktion der Sondierungstiefen deutlich besser war als bei der Kontrollgruppe und der Attachmentgewinn, verglichen mit dem Anfangsbefund, signifikant höher ausfiel, während bei der Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied zwischen Anfangsbefund und jenem nach sechs Monaten gefunden werden konnte. Die Blutungsneigung ging in der Testgruppe signifikant zurück, in der Kontrollgruppe nicht. Die Autoren erwähnen, dass die besten

Werte in der Testgruppe nach sechs Monaten zu finden waren. Eine Feststellung, die voraussichtlich für Nachsorgebehandlungen künftig eine Rolle spielen kann. Ebenso verdient die Erkenntnis Beachtung, dass mit der aPDT Bakterien attackiert werden können, die mit aggressiven Parodontitiden assoziiert sind und meistens nur mit einer begleitenden Antibiose erfolgreich behandelt werden können (Novaes Jr. et al. 2009). Die von Atieh (2010) durchgeführte Metaanalyse der Publikationen über aPDT als ergänzende Maßnahme zur konventionellen Kausaltherapie stimmt positiv.

## Zusammenfassung

Parodontitis wird meistens durch subgingivale mikrobielle Beläge verursacht. Diese entwickeln sich aus dem zunächst harmlosen sulkulären Biofilm, der aber letztlich zur Taschenbildung führt. Die moderne Parodontaltherapie richtet sich primär gegen die Ursache des Attachmentverlustes. Als bewährte Methoden für die Kausaltherapie haben sich die sorgfältige Entfernung von Belägen mit Ultraschallgeräten (Root Debridement) oder mit Handinstrumenten, eventuell verbunden mit Glättung der Wurzel (SRP) und Kürettage der Taschen-gewebe erwiesen. Häufig wird nach sorgfältiger Auswertung der Kausaltherapie die Reduktion der Taschen-tiefen mittels chirurgischer Maßnahmen nötig.

In der Parodontaltherapie haben sich Nd:YAG- und Er:YAG-Laser als nützliche Geräte erwiesen. Es gibt genügend Evidenz dafür, dass Er:YAG-Laser in der Kausaltherapie mit Erfolg einzusetzen sind. Die Reduktion der Sondierungstiefe nach Laserapplikation ist mit jener nach SRP zu vergleichen. Wird Attachmentgewinn als Goldstandard nach Initialtherapie herangezogen, schneidet die Lasertherapie sogar minimal besser ab. Mit Lasern sind subgingivale mikrobielle Beläge also ebenso gut zu beeinflussen wie mit mechanischen Geräten. Die neuerdings aufgekommene antimikrobielle Photodynamische Therapie (aPDT), in der ebenfalls Laser zur Anwendung kommen, gewinnt durch kontrollierte Studien mit positiven Resultaten an Interesse. Für den Einsatz von Lasern in der Parodontalchirurgie gibt es keine Evidenz. In zahlreichen Fallpublikationen wird über den erfolgreichen Einsatz von Lasern berichtet. Kontrollierte Studien verschiedener Autoren, die klinisch verantwortbare Schlussfolgerungen zulassen, liegen kaum vor. [n](#)



## KONTAKT

**Prof. (emerit.) Dr. Heinz H. Renggli**

Parodontologie/UMC/THK

Philips van Leydenlaan 25

6525 EX Nijmegen

Niederlande

E-Mail: [retrey@kabelfoon.nl](mailto:retrey@kabelfoon.nl)

