

# Die Präparation von Klasse-V-Kavitäten mit dem ER:YAG-Laser – Zwei Kasuistiken mit Langzeitbeobachtungen

Helmut Rieß

## Schlüsselwörter

ER:YAG-Laser, Zahnhartsubstanzbearbeitung, Klasse-V-Kavität, Klasse-V-Füllung, Laseranwendung in der Zahnmedizin, minimalinvasive Präparation

## Zusammenfassung

Der Einsatz des ER:YAG-Lasers gehört heute zu den etablierten und wissenschaftlich anerkannten Methoden bei der Präparation von Zahnhartgeweben (Schmelz und Dentin). Vor allem bei der Präparation von Klasse-V-Kavitäten im Front- und Prämolarenbereich hat sich der Lasereinsatz bewährt.

Die vorliegende Dokumentation zweier Behandlungsfälle soll die Methodik des Autors bei der Präparation mit dem ER:YAG-Laser sowie bei der Anfertigung der Klasse-V-Füllungen zeigen. Es werden die Ergebnisse nach 6 Jahren Liegedauer der Füllungen im Mund der Patienten beschrieben. Der Langzeiterfolg wird diskutiert.

## Einleitung

Die Präparation von Zahnhartgeweben mit dem Laser hat das Erprobungsstadium bereits vor acht bis zehn Jahren verlassen und ist heute eine etablierte Behandlungsalternative in der Kariestherapie geworden.

Aus den Erfahrungen der vergangenen Jahre sind dabei die beiden gepulsten Erbium-Laser ER:YAG und ER:YSGG mit ihren Emissionswellenlängen von 2940 nm bzw. 2780 nm als die einzigen wissenschaftlich anerkannten und in der Praxis relevanten Laser zur Präparation von Zahnhartsubstanz hervorgegangen.<sup>1</sup>

Die Wirkung der emittierten Lichtimpulse dieser Lasertypen beruhen vor allem auf der hohen Absorption ihrer Wellenlängen in Wasser (Absorptionsmaximum bei 2940 nm) sowie im Hydroxylapatit (Absorptionsmaximum bei 2780 nm). Der ER:YAG-Laser besitzt dabei eine Eindringtiefe in Wasser von nur 5 µm.

Durch den physikalischen Wirkungsmechanismus der thermo-mechanischen Photoablation werden Mikroex-

plosionen auf der Zahnoberfläche erzeugt, die nur mit äußerst geringer thermischer Nebenwirkung verbunden sind. Keller und Hibst<sup>2,3</sup> konnten 1989 und 1991 durch ihre Untersuchungen belegen, dass bei geeigneten Laserparametern keine klinisch relevante thermische Schädigung der Zahnpulpa zu erwarten ist. Studien von Hibst et al.<sup>4</sup> konnten zudem zeigen, dass das Dentin nach einer ER:YAG-Laserbestrahlung mit 300 mJ bis zu einer Tiefe von 0,4 mm sterilisiert wird. Ein Luft-Wasser-Spray sorgt bei der Präparation für eine Erhöhung der Ablationsrate und eine ausreichende Kühlung der Zahnhartsubstanz.

Da Dentin mit etwa 25 Vol.% einen deutlich höheren Wassergehalt als Schmelz (12 Vol.%) besitzt, resultiert daraus eine deutlich höhere Abtragungs-Effektivität des ER:YAG-Lasers im Dentin als im Schmelz.<sup>4</sup>

Bei der Präparation mit dem ER:YAG-Laser entstehen zu meist kreisrunde Mikrokrater mit einem Durchmesser von 400 bis 1000 µm auf der präparierten Zahnoberfläche. In ihrer Summation bilden diese eine mikro- und makroretentive Oberfläche in der Zahnhartsubstanz.<sup>5</sup>

Die klinische Präparation kann zumeist ohne Anästhesie durchgeführt werden, da eine deutlich geringere Schmerzreaktion bei der Laser-Kavitätenpräparation als bei der konventionellen Präparation mit rotierenden Instrumenten auftritt.<sup>3,6</sup> Dies erklärt auch die hohe Patientenakzeptanz.<sup>7</sup> Die klassische Indikation des Erbium-Lasers ist die Behandlung primärer kariöser Läsionen. Eine gute Zugänglichkeit und eine direkte Sicht auf die Kavität erleichtern die Handhabung des Lasers. Aus diesem Grund können die Versorgungen von Klasse-V-Kavitäten und die erweiterte Fissurenversiegelung als Domäne des Lasereinsatzes bezeichnet werden.<sup>8</sup>

Die folgenden Behandlungsfälle zeigen die Präparationsmethodik und Füllungsmethodik des Autors bei Klasse-V-Kavitäten. Die klinischen Ergebnisse nach sechs Jahren Verweildauer der nach Laserpräparation gelegten Füllungen sollen Anlass zur Diskussion der Langzeitstabilität sein.

## Falldokumentation

Vorgelegt werden zwei Behandlungsfälle, die beide im Jahr 1998 nach Laserpräparation von Klasse-V-Defekten mit Kompositfüllungen in Schmelz-Dentin-Mehrschicht-Adhäsivtechnik versorgt wurden. Beide Fälle wurden im Jahre 2004 erneut fotografisch dokumentiert und mit dem Ausgangsbefund verglichen.

### Fall 1

#### Anamnese

Der Patient stellte sich 1997 erstmals in meiner Praxis vor und wünschte neben einer gesamtheitlichen Behandlungsplanung amalgamfreie und ästhetisch ansprechende Restaurationsformen, vor allem im Frontzahnbereich.

#### Befund / Diagnose

Nach eingehender Untersuchung ergaben sich folgende Befunde im Frontzahnbereich:

- Defekte Kunststofffüllung Zahn 13, cervical
- Keilförmige Defekte mit Wurzelkaries Regio 12,11,21,22 (Abb. 1 und 2)

#### Problem

Im Zervikalbereich der Zähne 13–22 bestand infolge der Karies bzw. der keilförmigen Abrasionen kein Zahnschmelz mehr. Zum Teil waren in dem Bereich der keilförmigen Defekte kariöse Läsionen oder sklerosierte Dentinflächen entstanden. Die Adhäsion der gewünschten Kunststofffüllungen musste in diesen Bereichen vollständig durch Anbindung zum Zahnbein erzielt werden.

## Therapieplanung

Die Zähne 13–22 sollten nach eingehender Beratung auf Wunsch des Patienten ohne Lokalanästhesie mit dem Laser präpariert werden und anschließend mit Kunststofffüllungen in Schmelz-Dentin-Mehrschicht-Adhäsivtechnik versorgt werden.

## Lasereinstellungen

Zur Anwendung kam der Doppellaser „Iskra Twinlight“ (Er:YAG und Nd:YAG) der Firma Fotona mit folgenden technischen Daten für den ER-YAG-Laser:

|                     |   |
|---------------------|---|
| Wellenlänge:        | 2940 nm   |
| Betriebsart:        | gepulst   |
| Übertragungsmedium: | Fünfspiegelgelenkarm und Kontaktwinkelstück mit Saphirtip |
| Mittlere Leistung:  | 0,12–5 W  |
| Pulsenergie:        | 40–500 mJ   |
| Pulsfrequenz:       | 2–10 Hz   |
| Pulsdauer:          | 200–400 µs  |
| Luft-Wasser-Spray:  | 4–6 ml/Minute   |

Die Leistungseinstellungen waren (Tab. 1):

**Tabelle 1**

| Anwendung   | Pulsdauer, Pulsfrequenz      | Einstellungen            |
|---|------------------------------|--------------------------|
| Kavitätenpräparation<br>Dentin,<br>Schmelz,<br>Kunststoff,<br>Zemente | 200–400 µs<br>10 Hz<br>10 Hz | 120–180 mJ<br>180–300 mJ |

## Behandlungsablauf

Die Behandlung fand am 06. und 21.02.1998 statt. Bei den zu füllenden Defekten der Klasse V (Zähne 13–22) wurde zunächst die Wurzelkaries mit dem Er:YAG-Laser und mit den o. a. Werten für Dentin flächig abgetragen. Es wurde ein Kontaktwinkelstück mit Saphirspitze verwendet.

Die Entfernung der Kunststofffüllung im Zahnhalsbereich des Zahnes 13 und die Präparation der schmelzbedeckten Kavitätenränder der Zähne 13–22 fand mit den o.a. Laserparametern für den Schmelz statt.

Die Abb. 3 und 4 zeigen, dass die Kavitätenpräparation (Klasse V) ca. 0,3 mm oberhalb des Gingivarandes begann und bis zum Beginn der schmelzbedeckten Kavitätenränder erfolgte. Die Präparation mit dem Er:YAG-Laser fand also fast ausschließlich im Dentin statt. Der schmelzbedeckte Rand der Kavitäten wurde nur



**Abb. 1** Ausgangsbefund der Frontzähne 13 bis 11, dokumentiert am 02.02.1998.



**Abb. 2** Ausgangsbefund der Frontzähne 21 und 22, dokumentiert am 02.02.1998.



**Abb. 3** Kavitätenpräparation der Zähne 13–11 im Dentin und geringfügig am schmelzbedeckten koronalen Rand der Klasse-V-Kavitäten.



**Abb. 4** Kavitätenpräparation der Zähne 21 und 22 nahezu ausschließlich im Dentin und nur geringfügig am schmelzbedeckten koronalen Rand der Klasse-V-Kavitäten.

wenig mit dem ER:YAG-Laser präpariert. Es sind nur kleinflächige „Einschussbereiche“ auf dem Schmelzrand erkennbar.

Die Entfernung des kariösen Dentins wurde optisch und durch Sondierung mit der zahnärztlichen Sonde kontrolliert. Eine Einfärbung mit Kariesrevelatoren fand nicht statt.

Die Oberflächen des gelaserten Dentins, die als „Krater-rasen“ bezeichnet werden kann, war bei der Berührung mit der zahnärztlichen Sonde grundsätzlich als hart zu bezeichnen. Durch die Laserpräparation war palpatorisch und makro-optisch eine raue Oberfläche im Dentin feststellbar. Die Kavitätenpräparation mit dem Laser wurde ohne Anästhesie durchgeführt.

Der Patient gab an, dass er während der Präparation nahezu keine Schmerzen verspürte. Vereinzelt waren für ihn kurze, nadelstichartige Sensationen synchron zum Laserpuls am präparierten Zahn fühlbar. Anschließend wurden die koronalen Schmelzränder konventionell mit der Turbine und einem Feinkorn-Diamanten angeschrägt.

Die Konditionierung der Klasse-V-Kavitäten erfolgte mit 35%iger Phosphorsäure selektiv im Bereich der angeschrägten Schmelzareale für 30 Sekunden.

Im Anschluss wurden insbesondere die angeätzten Schmelzränder mit dem Wasserspray für ca. 15–20 Sekunden pro Zahn abgespült und die gesamte Kavität mit „wedelnder“ Luft getrocknet, bis die kreidigweiße Schmelzoberfläche soeben erkennbar wurde (Abb. 5 und 6).

Die gesamte Kavität wurde in der Folge mit einem Schmelz-Dentin-Adhäsiv (Syntac classic: Primer, Adhäsiv, Heliobond) nach Herstellerangaben konditioniert und anschließend die Kavität in Mehrschichttechnik mit dem Mikrofill-Komposit Durafill (Farbe BO und G) gefüllt.

Es wurde kein Kofferdam appliziert. Zur Verdrängung der marginalen Gingiva wurden lediglich Retraktionsfäden (ohne Zusatzstoffe) an den Zähnen 21 und 22 gelegt.

Abschließend wurden die Kunststoffoberflächen nachkonturiert und in konventioneller Technik poliert.



**Abb. 5** Zähne 13 und 12 nach Ansträgung und selektiver Ätzung des Schmelzrandes; 11 noch nicht geätzt (fehlende Kreidigkeit).



**Abb. 6** Zähne 21 und 22 nach Schmelzrandanschrägung und selektiver Ätzung der Schmelzoberfläche; die Dentinoberfläche wurde nicht geätzt.



**Abb. 7** Ansicht der Zähne 13-11 unmittelbar nach dem Füllen in Schmelz-Dentin-Mehrschicht-Adhäsiv-Technik (Klasse-V-Kavität).



**Abb. 8** Ansicht der Zähne 21 und 22 unmittelbar nach dem Füllen in Schmelz-Dentin-Mehrschicht-Adhäsiv-Technik (Klasse-V-Kavität).

Die Abb. 7 und 8 zeigen das Behandlungsergebnis unmittelbar nach Ausführung der genannten Behandlungsschritte.

## Fall 2

### Anamnese

Die Patientin wurde 1997 umfangreich prothetisch behandelt und wünschte abschließend eine ästhetisch ansprechende Versorgung im Zervikalbereich der Zähne 13 und 14.

### Diagnose

Der Befund im Bereich der Zähne 13 und 14 ergab (Abb. 9), bukkale Gingivarezessionen der Millerklasse I mit zum Teil sklerosierten Wurzelarealen bzw. mit beginnender Wurzelkaries. Es bestand eine hohe Lachlinie mit starker Entbößung der Zahnalsregionen.

### Problem

Ähnlich wie im ersten Fall bestand im Zervikalbereich der Zähne 13 und 14 infolge der Karies bzw. der keilförmigen Abrasionen kein Zahnschmelz mehr. Zum Teil waren in dem Bereich der keilförmigen Defekte kariöse Läsionen oder sklerosierte Dentinflächen entstanden. Auch hier musste die Adhäsion der gewünschten Kunststofffüllungen im Zervikal-Bereich vollständig durch Anbindung zum Zahnbein erzielt werden.

### Therapieplanung

Die Patientin wünschte eine Füllungstherapie unter Einsatz des ER:YAG-Lasers.

### Lasereinstellungen

Die gewählten Laserparameter waren die gleichen wie im Behandlungsfall 1 (siehe oben).



**Abb. 9** Ausgangsbefund der Zähne 13 und 14 dokumentiert am 08.01.1998.



**Abb. 10** ER:YAG-Laser-Präparation im Cervikalbereich der Zähne 13 und 14.



**Abb. 11** Schlussbefund am 12.03.1998, Enface, Gesamtbild.



**Abb. 12** Nahaufnahme der Klasse-V-Füllungen der Zähne 13 und 14 nach Laserpräparation und Versorgung mit Kunststofffüllungen in Schmelz-Dentin-Mehrschicht-Adhäsivtechnik ca. 2 Monate nach Anfertigung.

### Behandlungsablauf

Der Therapieablauf entsprach dem des ersten Behandlungsfalles. Die Entfernung des kariösen Dentins wurde optisch und durch Sondierung mit der zahnärztlichen Sonde überprüft. Eine Einfärbung mit Kariesrevelatoren fand nicht statt. Die Kavitätenpräparation mit dem Laser wurde ohne Anästhesie durchgeführt (Abb.10). Die Patientin gab an, dass sie während der Präparation nahezu keine Schmerzen verspürte.

Im Sulkus gingivalis wurden im Anschluss Retraktionsfäden gelegt. Die Schmelzränder wurden konventionell mit der Turbine und einem Feinkorn-Diamanten angeschrägt. Die Klasse-V-Kavitäten wurden in gleicher Weise wie beim Fall 1 erstellt (vgl. Behandlungsablauf des ersten Falles).

Die Abb. 11 und 12 zeigen das Behandlungsergebnis nach Erstellung der laserunterstützten Kavitätenpräparation und Legen der Kunststofffüllungen der Zähne 13 und 14. Es konnte ein ästhetisch ansprechendes Ergebnis erzielt werden.

Vor allem in frontaler Ansicht fällt auf, dass durch die Füllungen die Symmetrie zum zweiten Quadranten im bukkalen Korridor wieder hergestellt werden konnte.

Beide Behandlungsfälle wurden im Jahre 2004, mehr als sechs Jahre nach der Erstellung der Füllungen, erneut fotografisch dokumentiert und klinisch bewertet.

Es fand keine Nachbearbeitung oder erneute Politur der Füllungen vor der Aufnahme statt. Im Folgenden sind die Ergebnisse dargestellt.



**Abb. 13** Nahaufnahme der Klasse-V-Füllungen der Zähne 12 und 11 mehr als sechs Jahre nach Laserpräparation und Versorgung mit Kunststofffüllungen in Schmelz-Dentin-Mehrschicht-Adhäsivtechnik; 13 ist mittlerweile überkront wegen Brückenbildung 13-15.



**Abb. 14** Gesamtübersicht der Klasse-V-Füllungen der Zähne 12, 11, 21 und 22 mehr als sechs Jahre nach Laserpräparation und Versorgung mit Kunststofffüllungen in Schmelz-Dentin-Mehrschicht-Adhäsivtechnik.



**Abb. 15** Nahaufnahme der Klasse-V-Füllungen der Zähne 21 und 22 mehr als sechs Jahre nach Laserpräparation und Versorgung mit Kunststofffüllungen in Schmelz-Dentin-Mehrschicht-Adhäsivtechnik.



**Abb. 16** Nahaufnahme der Klasse-V-Füllungen der Zähne 13 und 14 nach Laserpräparation und Versorgung mit Kunststofffüllungen in Schmelz-Dentin-Mehrschicht-Adhäsivtechnik ca. sechs Jahre und zwei Monate nach Anfertigung.

## Ergebnisse nach sechs Jahren Liegedauer der Füllungen

### Fall 1

Da zwischenzeitlich der Zahn 13 aus prothetischen Gründen überkront wurde, sind in den nachfolgenden Bildern nur die Klasse-V-Füllungen der Zähne 12, 11, 21 und 22 beurteilbar (Abb. 13, 14, 15).

Der optische Eindruck der Klasse-V-Füllungen der Zähne 12, 11, 21 und 22 ist sechs Jahre nach Inkorporation im Ganzen als gut zu bezeichnen; (11 und 12: sehr gut, 21 und 22: befriedigend).

Der klinische Befund an diesen Zähnen zeigte am 21.04.2004:

- Randspalt-Freiheit im Zervikalbereich aller Füllungen bei Sondierung
- unverfärbte Füllungsänder

- gute bis sehr gute Glattheit der Oberfläche
- leichter Materialverlust (Desintegration) am koronalen Füllungsrand der Zähne 21 und 22 durch Abrasion

Der Patient ist mit dem Ergebnis nach wie vor sehr zufrieden und würde eine entsprechende Füllungstherapie mit Lasereinsatz jederzeit wieder durchführen lassen.

Besonders positiv beurteilt er die schmerzarme und vibrationsfreie Präparation und den Komfort, ohne Anästhesie behandelt worden zu sein.

Die Füllungen sind noch intakt und müssen nicht erneuert werden. Die leichte Desintegration im koronalen Randbereich der Füllungen 21 und 22 war zu diesem Zeitpunkt ästhetisch und funktional akzeptabel. Sie lassen sich leicht korrigieren, sofern dies der Patient wünscht.

**Fall 2**

Der optische Eindruck der Klasse-V-Füllungen der Zähne 13 und 14 ist sechs Jahre und zwei Monate nach Inkorporation als gut zu bezeichnen.

Der klinische Befund an diesen Füllungen zeigte am 08.05.2004 (Abb. 16):

- Randspalt-Freiheit im Zervikalbereich der Füllungen 14 und 13 bei Sondierung
- unverfärbte Füllungsänder (die braune Linie am distoapproximalen Füllungsrand 14 sind äußerliche, girlandenförmige Pigmentaumlagerungen und keine Randspaltverfärbungen)
- gute bis sehr gute Oberflächenglattheit
- keine Höhenveränderung am Gingivalrand im Bereich der Füllungen 13 und 14 (vgl. Abb. 12 und 16)

Die Patientin ist mit dem Ergebnis nach wie vor sehr zufrieden und würde eine entsprechende Füllungstherapie mit Lasereinsatz jederzeit wieder durchführen lassen.

Besonders positiv beurteilt sie das ästhetische Resultat.

Außerdem empfand sie die schmerzarme und vibrationsfreie Präparation und den Komfort, ohne Anästhesie behandelt werden zu können, als großen Vorteil.

## Schlussfolgerungen und Diskussion

Mit der gewählten Methodik lassen sich Klasse-V-Restaurationen mit folgenden Merkmalen erstellen:

1. Schaffung einer retentiven Oberfläche im Dentin: Durch die Laserpräparation entsteht im Dentin eine Oberflächenvergrößerung. Der erzeugte *Dentin-Kraterrassen* bietet deutlich mehr Oberfläche sowie mikroskopisch kleine Unterschnitte im Dentin. Das Dentinadhäsiv und das Bondingmaterial finden hier deutlich mehr Anbindungsfläche und -unterschnitte als bei der Präparation mit einem rotierenden Instrument. Dies kann als Verbesserung der Retention angesehen werden. Vor allem bei sklerotierten Dentinoberflächen ist dies von Vorteil.
2. Optimierung des Kunststoff-Dentin-Verbundes durch Verwendung eines (selbst)konditionierenden Primers: Syntac classic
3. Optimierung des Kunststoff-Schmelz-Verbundes durch Nutzung der konventionellen Schmelzätztechnik
4. Erhöhter Behandlungskomfort durch schmerzarme Präparation ohne Anästhesie. Dies führt zu einer hohen Akzeptanz beim Patienten
5. Langzeitstabilität auch nach über sechs Jahre
6. gute bis sehr gute Langzeitästhetik.

Die im Jahre 1998 gewählte Behandlungsmethodik bei Klasse-V-Kavitäten, nämlich im Grunde nur das Dentin mit dem Laser zu präparieren und den Schmelz konventionell zu bearbeiten, erschließt sich aus den damals bekannten Untersuchungen und den daraus folgenden Überlegungen:

- Roth<sup>9</sup>, K.K-F., Universitätskrankenhaus Hamburg, wies nach, dass die Scherfestigkeit des mit ER:YAG-Laser-bestrahlten Zahnschmelzes ca. 12,8% unter der der säurebearbeiteten Schmelzoberfläche liegt.
- Haller<sup>10</sup>, B., Würzburg, wies bei Präparation und Schmelzrandschrägung mit dem ER:YAG-Laser eine signifikant stärkere Farbstoffpenetration als bei Turbinenpräparation, Randschrägung, Schmelz-Ätztechnik nach. Gleichzeitig fand er, dass bei Adhäsiven mit (selbst)konditionierenden Primern (z. B. ART. Bond, Syntac) die Präparationart (Laser oder rotierendes Instrument) keinen signifikanten Einfluß auf die Dentinrandschlussqualität hat.
- Die Schmelzpräparation dauert in der Regel, trotz höherer Einstellparameter, ca. 2–3 Mal länger als mit der Turbine. Durch den deutlich höheren Zeitaufwand wird damit die Behandlung für den Patienten verlängert. Da die Schmelzpräparation mit der Turbine für den Patienten ebenfalls schmerzfrei ist, ist die konventionelle Turbinenpräparation effizienter und die Behandlungskosten sind geringer. Außerdem ist die Randspaltdichte im Schmelz größer (siehe oben).
- Das gewählte Mikrofiller-Komposit entsprach 1998 noch den üblichen werkstoffkundlichen Anforderungen und zeigt auch nach sechs Jahren Verweildauer ein gutes Resultat (Hochglanz durch Mikrofiller).

Obwohl gegenwärtig eher Feinsthybrid- oder Nanogefüllte Komposit zur Anwendung kommen, sind bei den kaufunktional nur wenig belasteten Klasse-V-Restaurationen auch heute noch Mikrofiller alternativ einsetzbar.

**Der klinische Langzeiterfolg der laserpräparierten Klasse-V-Restaurations** erschließt sich optisch sowohl für den Behandler als auch für den Patienten hauptsächlich aus der Bewertung des Verfärbungsverhaltens im Randbereich der Kunststofffüllung.

Eine Randundichtigkeit (Mikroleakage) wird dadurch in der Regel sehr schnell erkennbar.

Die nach der vorgestellten Methodik erstellten Kunststofffüllungen zeigten in beiden Fällen nach über sechs Jahren Liegedauer im Mund der Patienten keine Randverfärbungen, sowohl im Verbund zwischen Kunststoff und Dentin als auch im Verbund Kunststoff und Schmelz.

Hieraus zu schließen, dass diese Methodik geeignet ist, dauerhaften Langzeiterfolg zu gewährleisten, ist jedoch nicht statthaft (fehlende Statistik). Für den Autor hat sich diese Methodik jedoch bewährt und wird auch heute noch von ihm in dieser Form angewandt.

Es stellt sich die Frage nach der Art der Verbindungsmechanismen zwischen der laserpräparierten Zahnoberfläche und dem Kunststoff.

Für den **Verbund Kunststoff/laserpräparierter Schmelz** lässt sich mit großer Sicherheit annehmen, dass dieser ausschließlich durch eine mikromechanische Verankerung in den Unterschnitten des laserkonditionierten Schmelzes bewirkt wird.

Apel<sup>8</sup> (2005) fasst zusammen, dass im Schmelz bei adäquater Leistungseinstellung ein mit der Säureätzung vergleichbares Prismenrelief mit bevorzugt abgetragenen inter- und innerprismatischen Material sichtbar wird.

Schmelzoberflächen, die nach Laserpräparation nicht zusätzlich mittels Säureätztechnik konditioniert werden, schneiden bei Abzugs- und Farbstoffpenetrationstests signifikant schlechter ab als säurekonditionierte konventionell-präparierte oder säurekonditionierte laserpräparierte Schmelzoberflächen.<sup>8</sup>

Wird der Zahnschmelz jedoch nach Laseranwendung mit Säure konditioniert, so ergeben sich keine signifikanten Unterschiede.<sup>11,12,13</sup>

Unter Umständen ist der Verbund zum säuregeätzten Schmelz deshalb höher, weil dadurch eine größere Unterschnittzahl (größere Oberfläche) erzeugt wird als bei der Laserkonditionierung des Schmelzes.

Möglicherweise sind die durch die Laserbestrahlung verursachten Mikrorisse im Schmelz auch für eine signifikant stärkere Farbstoffpenetration im laserpräparierten Schmelz verantwortlich. Diese Mikrorissbildung tritt bereits bei subablativer Erbium-Laserbestrahlung von Zahnschmelz auf<sup>14</sup>.

Für den **Verbund Kunststoff-/laserpräpariertes Dentin** ist bis heute der Verankerungsmechanismus nicht abschließend geklärt.<sup>8</sup> Nach Dentinbearbeitung mit dem rotierenden Instrument liegt auf der Zahnbeinoberfläche eine Schmierschicht (Smearlayer). Um die Schmierschicht zu beseitigen oder zu durchdringen können zwei verschiedene Strategien verwendet werden: die Applikation von Säuren oder von sauren Monomerlösungen. Blunck<sup>15</sup> führt dazu aus: "Durch die Säureeinwirkung kommt es neben der Auflösung der Schmierschicht zu einer Demineralisation der Dentinoberfläche, zur Öffnung der Tubuluseingänge und zur Freilegung des Kollagennetzwerkes. In dieses Kollagenfasergeflecht kann ein hydro-

philer Primer eindringen und die Benetzbarkeit des Dentins erhöhen."

Die in das Kollagenetz diffundierten Primer bilden mit diesem zusammen die so genannte *Hybridschicht*. Diese wird wiederum durch die Applikation eines Adhäsivs stabilisiert, das sich mit dem Primer vermischt und somit das Bindeglied zum anschließend applizierten Komposit bildet.

Der Verbund des konventionell präparierten Dentins zum Komposit ist eine Kombination aus mikromechanischer (tags in den Dentintubuli) und chemischer (Hybridschicht) Verankerung.

Durch die Laserpräparation wird die Schmierschicht im Dentin beseitigt und die Dentintubuli werden eröffnet. Zusätzlich wird infolge des Laserbeschusses ein "*Dentin-Kraterrasen*" erzeugt, der deutlich mehr Oberfläche durch mikro- und makroskopische Unterschnitte im Dentin bietet. Das Dentinadhäsiv findet hier deutlich mehr Anbindungsfläche und -unterschnitte als bei der Präparation mit einem rotierenden Instrument. Dies kann als retentionsverbessernd angesehen werden.

Neuere Untersuchungen weisen jedoch darauf hin, dass durch die Erbium-Laserbestrahlung eine Destruktion der Kollagenbestandteile an der Dentinoberfläche resultiert, die eine Verschlechterung der Hybridschichtbildung zur Folge haben soll.<sup>16</sup> Auch der Verbund zwischen Komposit und laserpräpariertem Dentin ist eine Kombination aus mikromechanischer (tags in den Dentintubuli, mikro- und makromechanische Unterschnitte im *Dentin-Kraterrasen*) und chemischer (Hybridschicht) Verankerung.

Es ergibt sich hier nun die Frage, ob bei der Laserbestrahlung des Dentins der Nutzen durch den Gewinn von zusätzlichen mechanischen Unterschnitten größer ist, als der Verlust von chemischen Haftmechanismen infolge der Beschädigung der Kollagenstruktur.

Um dies bewerten zu können, muss überprüft werden, wie hoch der jeweilige Anteil am Haftmechanismus ist.

Eine nach Laserbestrahlung durchgeführte Ätzung des Dentins (im Sinne eines Total-Etchings) zur Beseitigung der obersten „kollagengeschädigten“ Dentinschicht erscheint dem Autor nicht sinnvoll, weil damit die gewonnenen mikro- und makroskopischen Unterschnitte im Dentin größtenteils wieder verloren gehen.

Laut Aranha<sup>17</sup> entsteht gerade wegen der unregelmäßigeren Oberfläche bei Laserkavitäten eine dickere Hybridschicht als bei der Präparation mit rotierenden Instrumenten, was für eine höhere Haftkraft des Komposite von Bedeutung sein dürfte. Zur Klärung der Haftmechanismen bedarf es weiterer intensiver wissenschaftlicher Forschung.

## Literatur

1. www.fda.gov
2. Keller U, Hibst R: Experimental studies of the application of the ER:YAG laser on dental hardsubstances. II. Light microscopic and SEM investigations. Las Surg Med 1989; 9 (4): 345–351.
3. Keller U, Raab WH, Hibst R: Die Pulpareaktion von Zahnhartsubstanz mit dem ER:YAG Laser. Dtsch Zahnärztl Z 1991; 46 (2): 158–160.
4. Hibst R, Keller U und Steiner R: Die Wirkung gepulster ER:YAG-Laserstrahlung auf Zahngewebe. Laser Surg. Med, 4: 163 (1988).
5. Gutknecht N: Lasertherapien in der Zahnärztlichen Praxis, Quintessenz Verlag 1999; 69–70.
6. Glockner K, Ebelseder K, Städtler P: Klinische Anwendung und Patientenakzeptanz des ER:YAG-Lasers im Vergleich zum konventionellen Bohrer. Eine Pilotstudie. Laser Surg Med 1997;13: 24–30.
7. Kuypers Th, Gutknecht N: Akzeptanz der Laserbehandlung aus Sicht des Patienten – eine klinische Studie. Laserzahnheilkunde 2004; 4/04: 253–260.
8. Apel Ch, Rieß H: Kariestherapie und Kavitätenpräparation; Laseranwendung in der Zahnmedizin, Fortbildungsteil 1/2005, Zahnärztliche Mitteilungen Nr.8 : 48–55.
9. Roth K K-F, Universitätskrankenhaus Hamburg: Vortrag bei der DGL-Jahrestagung 1995.
10. Haller B: Vortrag bei der DGL-Jahrestagung 1995.
11. Ceballos L, Toledano M, Osorio R, Tay FR, Marshall GW: Bonding to ER:YAG-laser-treated dentin. J Dent Res Würzburg 2002; 81(2):119–122.
12. Gutknecht N, Appel C, Schäfer C, Lampert F: Mikroleakage of Composite Fillings in ER,Cr:YSGG Laser-Prepared Class II Cavities. Laser surg Med 2001; 28:371–374.
13. Van Meerbeek B, de Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P: Microtensile bond strenghts of an etch & rinse and self-etching adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. Oper Dent 2003; 28(5): 647–660.
14. Apel C, Meister J, Lampert F, Gutknecht N: Der Effekt subablativer Erbium Laserstrahlung auf die Löslichkeit und Mikromorphologie von Zahnschmelz in einem in situ Kariesmodell. Jahrestagung der DGL 2004, Hamburg.
15. Blunck U: Ausführungen zum Thema Adhäsivsysteme – Übersicht und Hinweise zur Anwendung: Nur die korrekte und sorgfältige Applikation führt in der Praxis zum Erfolg; DZW Spezial 6–7/2003.
16. Ishizaka Y, Eguro T, Maeda T, Tanak H: Effects of ER:YAG laser irradiation on human dentin: Polarrizing microscopic, light microscopic an microradiographic observations, and FT-IR analysis. Lasers Surg Med; 31: 171–176.
17. Aranha ACC: Interfacial Micromorphology of Adhasive Systems in cavities prepared with ER,Cr:YSGG, ER:YAG laser and bur. Jahrestagung der DGL 2004, Hamburg.

### Preparation of class - V – cavities with ER:YAG laser; two cases with long-term-observations

**Key words:** ER:YAG-Laser, hard tissue preparation, class-V-cavity, class-V-filling, lasertreatment in dentistry, minimal invasive dentistry

#### Summary

The use of ER:YAG lasers in hard tissue preparation (enamel and dentin) nowadays is an established and scientifically acknowledged method. Especially the application in preparing class-V-cavities at front-teeth or premolars the ER-lasers are approved. Both discussed case reports are given to explain which method is used by the author how to prepare and fill class-V-cavities. The results in situ are shown more than 6 years after the fillings were done. The long-term success will be discussed.

#### Korrespondenzadresse

Dr. med. dent. Helmut Rieß  
Oberstr. 21  
D - 54516 Wittlich  
E-Mail: dr.helmut.riess@onlinehome.de