

# Kariesdiagnostik in der Praxis mit DIFOTI-Systemen

Im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte hat sich die Kariesdiagnostik grundlegend verändert. Mit Zunahme der Kariesprävalenz wurden moderne Diagnostikmethoden entwickelt, die zur Kariesfrüherkennung sowie ihrem Monitoring beitragen und den Zahnarzt bei der Beurteilung der Aktivität einer kariösen Läsion unterstützen. Im folgenden Artikel wird die praktische Relevanz von DIFOTI-Systemen zur Kariesdiagnostik und -prävention beleuchtet.

Olaf Oberhofer, M.Sc.

■ Nach Einführung der Individualprophylaxe im gesetzlichen Gesundheitssystem Anfang der 1990er-Jahre und Einführung der Aus- und Weiterbildung im Assistenzbereich mit Individualprophylaxe und Versiegelungsausbildungen, der ZMP- und auch der DH-Weiterbildung, verlor der Black'sche Satz „Extension for Prevention“ an Bedeutung. Die Kariesprävalenz hat als Ergebnis von verbesserter Mundhygiene oder Ernährungsumstellung, Fluoridierung und präventiver Unterstützung in den zahnärztlichen Praxen oder Kliniken abgenommen. Zudem verändern Fluoride enthaltende Zahnputzmittel zunehmend das Erscheinungsbild der Karies.

Karies entsteht als Ergebnis eines Ungleichgewichtes der oralen Mikroflora zugunsten einer Besiedlung mit stärker kariogenen Bakterien. Sie ist nach heutiger Sichtweise als ein Krankheitsprozess zu verstehen. Kariöse Läsionen zeigen unterschiedliche Ausprägungen im Verlauf dieses Prozesses. Der Prozess ihrer Entstehung beginnt dabei lange vor dem eigentlichen Einbruch der Zahnhartsubstanz.

Initiale Läsionen mit nicht geschädigten Oberflächen („Hidden Caries“) sind häufiger als etablierte Defekte zu finden. Die Detektion und auch die Bewertung dieser kariösen Läsionen werden zunehmend schwerer.<sup>1</sup> Die minimalinvasive Therapie wurde immer mehr zum angestrebten Standard in den zahnärztlichen Praxen. Ziel ist es, früher präventive Maßnahmen einzuleiten. So ist ein effizientes Kariesmonitoring notwendig, wobei der Demineralisationsgrad quantitativ erfasst und gespeichert wird.

In nachfolgenden Sitzungen kann man Vergleiche ziehen und evaluieren, inwiefern präventive Maßnahmen Wirkung gezeigt haben, oder ob es zum Fortschreiten der Karies gekommen ist.<sup>2</sup> Bei der „zielgemäßen Diagnostik“ stehen Fragen, ob aktive Karies vorhanden ist oder wie die Progressionsrate einzuschätzen ist, im Vordergrund. Es entstehen neue Behandlungsziele:<sup>3,4</sup>

- Die erste restaurative Versorgung eines Zahnes sollte so weit wie möglich verzögert werden, zumindest bis zu dem Zeitpunkt, zu dem erkennbar ist, dass durch präventive Maßnahmen keine Begünstigung der Remineralisation mehr möglich ist.
- Durch bedarfsorientierte Individualprophylaxe sollte eine restaurative Versorgung langfristig vollständig vermieden bzw. in ihrem Umfang reduziert werden.

- Im Falle einer Restauration sollte soviel gesunde Zahnsubstanz wie möglich erhalten bleiben.<sup>3</sup>

Um diese Ziele besser verwirklichen zu können, bedarf es moderner Diagnostikmethoden zur Früherkennung der kariösen Defekte.<sup>4</sup> Diese wurden entwickelt und gehören heute zum Teil zur Standardausrüstung einer Zahnarztpraxis. Generell ist das jeweilige individuelle Praxis-konzept zu überdenken. Sinnvoll ist eine Integration eines speziellen Versorgungskonzeptes für die kariöse Erkrankung. Umgesetzt ist es eine Abfolge miteinander verbundener Schritte:<sup>5</sup>

- Kariesdetektion
- Läsionsbeurteilung
- Läsionsmonitoring mit Wiederholungsmessungen
- Beurteilung der Kariesaktivität
- Diagnose, Prognose, Therapieentscheidung
- Intervention/Behandlung(en)
- Ergebniskontrolle

## Kariesaktivität und Kariesmonitoring

Die Diagnose einer kariösen Läsion in Schmelz oder Dentin muss nicht zwangsläufig ihre Entfernung nach sich ziehen. Sie kann mitunter mehrere Jahre bestehen, ohne progressiv zu sein. Daher gewinnt die Beurteilung der Aktivität einer kariösen Läsion im klinischen Alltag zunehmend an Bedeutung. Sie beschreibt die Wahrscheinlichkeit, dass eine Karies voranschreitet oder stagniert. Sinnvoll ist das Kariesmonitoring an schmelzbegrenzten Defekten ohne Einbruch der Zahnoberfläche. Es kann hervorragend in ein individuelles Recallsystem integriert werden, begleitet von Biofilmkontrolle und Mundhygienemaßnahmen.

## Diagnostik

Minimalinvasive Therapie setzt eine frühzeitige Diagnostik voraus, damit die Karies entsprechend ihrer unterschiedlichen Entwicklungsphasen therapiert werden kann. Die Diagnostik muss für okklusale wie auch approximale Läsionen genau sein. Je nach Lage der kariösen Flächen sind jeweils andere diagnostische Mittel notwendig. Approximalkaries ist im beginnenden Sta-

dium klinisch nicht zu erkennen. Insgesamt sollten die Anforderung an Kariesdiagnostikmethoden Schnelligkeit, Sicherheit, geringe Kosten, geringe Belastung für die Patienten, eine hohe Sensitivität und eine hohe Spezifität beinhalten.

Sensitivität beschreibt in diesem Zusammenhang die Fähigkeit eines Diagnoseverfahrens, die Ausprägungen der Erkrankung Karies (kariöse Läsionen) korrekt zu identifizieren. Bezugsgrößen sind dabei ausschließlich die erkrankten Flächen oder Personen. Spezifität beschreibt die Fähigkeit, Gesunde korrekt zu identifizieren. Dieser Quotient bezieht sich ausschließlich auf die gesunden Flächen oder Personen. Die klassischen Diagnostikverfahren sind visuell (Auge), taktil (Sonde) und röntgenologisch.

#### Visuelle Inspektion

Die visuelle Inspektion allein ist eine insuffiziente Kariesdiagnosemethode. Karies wird als Beobachtung von Veränderungen der Farbe, der Oberflächenstruktur, der Transluzenz und der morphologischen Veränderung von Schmelz diagnostiziert.<sup>6</sup> Studien der visuellen Inspektion okklusaler Karies zeigten eine Sensitivität von 0,12 bis 0,80 und eine Spezifität von 0,67 bis 0,97.<sup>7,8</sup>

#### Taktile Diagnostik

Die Anwendung von Sonden wird immer weniger als Diagnostikmethode akzeptiert. Nur jede dritte Karies wird bei einer Beschädigung oder optisch erkennbarer Veränderung der Schmelzoberfläche erkannt. Der Gebrauch einer Sonde bringt keine Verbesserung in der Diagnostik der Fissurenkaries. Sondieren mit Druck hat zudem den Nachteil, dass oberflächlich entkalkte Schmelzanteile zerstört werden, was zu einer beschleunigten Kariesprogression führen kann.<sup>9</sup> Sondendruck kann die Fissurenoberfläche<sup>8</sup> oder die früh demineralisierten Gebiete<sup>10</sup> schädigen, sodass traumatisch Karies entstehen kann.<sup>11,12</sup> Auch ist ein Risiko des Bakterientransfers durch den Dental Explorer gegeben.<sup>10</sup>

#### Kombination von visueller und taktile Inspektion

Nur die visuelle Inspektion mit einer guten Lichtquelle kann routinemäßig klinisch genutzt werden, nicht jedoch der Explorer. Die Verwendung des Dental Explorer allein verbessert nicht die Validität der Fissurenkariesdiagnostik im Vergleich zur visuellen Diagnostik.<sup>10</sup>

#### Röntgendiagnostik

Die Röntgendiagnostik gehört vor allem im Approximalraum zur klassischen Kariesdiagnostik. Frühe Kariesstadien (initiale Schmelzkaries) oder proximale Läsionen<sup>13</sup> können dabei jedoch nicht sicher erkannt werden. Diese Einschränkungen sollten bedacht werden, wie auch die Notwendigkeit der ionisierenden Strahlung, die Begrenzungen der Röntgenfilme und auch die physischen Einschränkungen, basierend auf anatomischen Erwägungen, sowie die Variabilität der Untersuchenden.<sup>13</sup>

In frühen Kariesstadien kann in Röntgenaufnahmen eine schmale demineralisierte Schicht durch die Dichte



1. Bodensee-  
Laser-Symposium  
7.–8. Juni 2013 |  
Überlingen

Für meine  
**Beißer**  
nur das Beste



Perio Green® zerstört auf Grundlage der photodynamischen Therapie (PDT) effektiv Bakterien im Biofilm, in parodontalen Taschen und auf Implantaten.

Mehr Informationen unter: [www.periogreen.com](http://www.periogreen.com)

der umgebenden Schmelzschicht maskiert werden.<sup>10</sup> Die Bissflügelaufnahme kann Demineralisationen im Dentin, jedoch nicht im Schmelz, detektieren.<sup>9</sup> Die Bissflügelröntgenaufnahme ist damit sicher ein wichtiges Hilfsmittel für die Diagnose approximaler Karies, unter der Voraussetzung, dass eine entsprechende Interpretation des Befundes erfolgt.



Abb. 1 und 2: Okklusales Platzieren von Lichtquelle und Kamera des DIFOTI auf dem Zahn.

### Laserfluoreszenzdiagnostik

Die Laserfluoreszenzdiagnostik ist ein Diagnosesystem, das zur Detektion okklusaler Veränderungen der Zahnhartsubstanz, basierend auf Laserfluoreszenz, entwickelt wurde. Ein Laserlicht (655 nm) wird durch nichtorganische und organische Bestandteile der Zahnschicht absorbiert. Das resultierende Fluoreszenzlicht korreliert mit der Existenz von bakteriellen metabolischen Aktivitäten in kariösen Läsionen.<sup>14</sup> Rotes Licht und Fluoreszenzlicht im infraroten Bereich werden nicht gut von Schmelz absorbiert, Fluoreszenzlicht kann jedoch in tiefere Schichten des Zahnhartgewebes vordringen. Daher kann es kariöse Läsionen unter den Schmelzoberflächen anzeigen („Hidden Caries“).

Klinische Untersuchung und die Analyse von Bissflügel-aufnahmen zeigten statistisch signifikant geringere Sensitivitäten (31–63%) als beim DIAGNOdent-Gerät (Laserfluoreszenzdiagnostikgerät, KaVo, Biberach, Sensitivität > = 92%). Es wird empfohlen, die Laserfluoreszenzdiagnostik im Entscheidungsfindungsprozess zur Diagnose okklusaler Karies als eine zweite Meinung in optisch nicht klar zu erkennenden Fällen heranzuziehen.<sup>15</sup> Die Laserfluoreszenzdiagnostik kann nützlich für ein Monitoring okklusaler Karies in permanenten und Milchmolaren sein.<sup>16</sup> Auch im Milchgebiss wird der Einsatz zur Diagnose okklusaler Karies empfohlen.<sup>17</sup>

### Transillumination (FOTI)

FOTI steht für Fiberoptische Transillumination. Ein enger Lichtstrahl wird in den Kontaktbereich zwischen den approximalen Zahnflächen gerichtet.<sup>18</sup> Die resultierende Veränderung in der Lichtverteilung, wenn das

Licht die Zähne durchdringt, produziert das Analysebild. Es ist eine einfache, leicht wiederholbare, nicht belastende Methode zur Erweiterung der klinischen Diagnostik.<sup>19</sup> Das Licht wird im 90°-Winkel durch eine Faseroptik bukkal oder oral in den Zahn gelenkt und tritt auf der anderen Seite als Remissions- oder Transmissionsstrahlung aus. Im Zahn wird das Licht abgelenkt oder absorbiert, u.a. durch Kristalle. Die Lichtausbreitung wird von okkusal verfolgt. FOTI basiert auf der Tatsache, dass verfärbte kariöse Strukturen gegenüber der gesunden Zahnhartsubstanz stärkere Absorption und Streuung aufweisen, was in einer verminderten Lichttransmission resultiert.<sup>20</sup> Der Korrelationskoeffizient zwischen einer Einschätzung mithilfe der FOTI und der histologischen Kariespenetration okklusaler Läsionen (0,71) war vergleichbar mit dem der visuellen Inspektion (0,73) und der Intraoral-Röntgenaufnahme (0,73).<sup>21</sup> Studien zeigten, dass diese Technik zu sehr großen Aussagevariabilitäten der Untersuchenden führte. Diese Technik führte auch zur Entwicklung einer neuen Methode (DIFOTI).<sup>13</sup>

### Transillumination (DIFOTI)

DIFOTI steht für „Digital Imaging Fiberoptic Transillumination“. Mithilfe von CCD-Kameras (charge coupled device) werden digitale Bilder der approximalen Transillumination von der der Lichtquelle gegenüberliegenden Seite oder von okkusal aufgenommen. Keem und Ellbaum<sup>22</sup> beschrieben diese Methode als eine Möglichkeit, die kariöse Erkrankung weit vor Erscheinen der Läsion im Röntgenbild zu erkennen. Auch Zahnschmelzfrakturen können sichtbar gemacht werden.

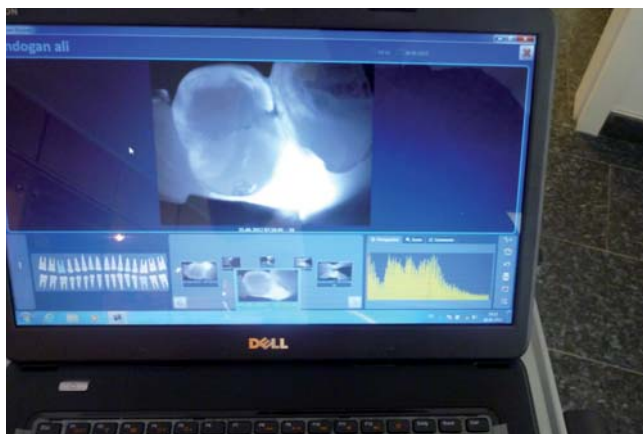


Abb. 3 und 4: Die weiteren Diagnostikergebnisse können dem Patienten auf dem PC präsentiert werden und so in die Diskussion einfließen.

**Wir bilden Sie zum Erbium-  
laser Spezialisten aus!**



# Erbiumlaser

- Theoretischer Unterricht, Skill Training und Demo-Behandlungen auf höchstem wissenschaftlichen und klinischen Niveau
- Korrekte Anwendung aller relevanten klinischen Indikationen und standardisierte Behandlungsprotokolle der Er:YAG und Er,Cr:YSGG Laser
- Absorptionsverhalten der Strahlung eines Erbiumlasers in Hart- und Weichgeweben und in spezifischen Geweben
- Gemeinsames Zertifikat der RWTH Aachen und der DGL sowie 34 Fortbildungspunkte



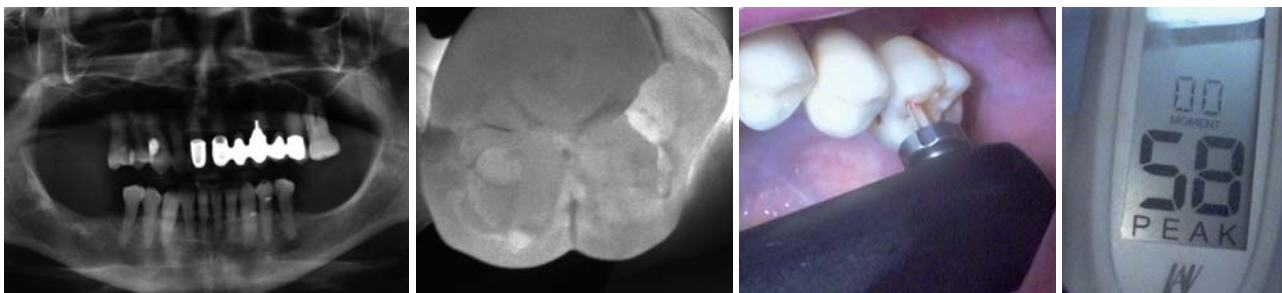
Aachen Dental Laser Center

Weitere Informationen:

AALZ · Pauwelsstrasse 17 · 52074 Aachen  
Tel. 02 41 - 47 57 13 10 · Fax 02 41 - 47 57 13 29  
[www.aalz.de](http://www.aalz.de) · [info@aalz.de](mailto:info@aalz.de)

**RWTH** INTERNATIONAL  
ACADEMY  
AACHEN UNIVERSITY

**dgl.** Deutsche  
Gesellschaft für  
Zahnheilkunde e.V.  
**laser.**



**Abb. 5:** Ein Defekt an Zahn 26 ist mesial nicht erkennbar. – **Abb. 6:** Erkennbarer Defekt mesial an Zahn 26 (DIAGNOcam). – **Abb. 7 und 8:** DIAGNOdent Befund erhöht.



**Abb. 9:** Exkavierter Defekt 27. – **Abb. 10:** Exkavierter Defekt 27 (DIAGNOcam). – **Abb. 11:** Versorgung 27. – **Abb. 12:** Nach erfolgter Versorgung 27 (DIAGNOcam).

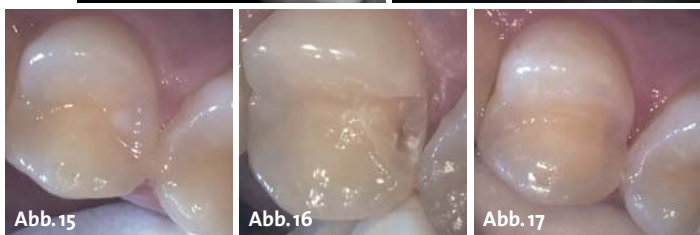
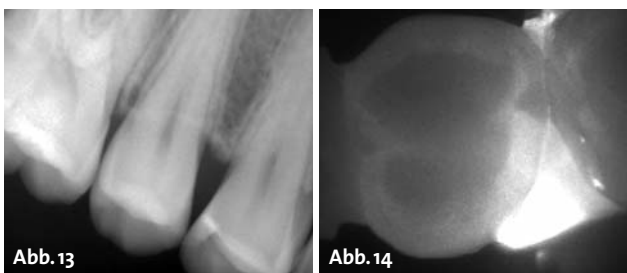
An Approximalflächen bestehen durch den fehlenden Zugang nur eingeschränkte Diagnosemöglichkeiten. Die klinische Inspektion mit einer Sonde ermöglicht die Diagnose nur etwa jeder dritten kavitierten Approximalkaries.<sup>23</sup> Dies setzt allerdings voraus, dass in dem Approximalraum grundsätzlich eine Sondierung möglich ist. Zudem werden bei der visuellen Untersuchung weniger als 50 % der approximalen Läsionen entdeckt, die durch Inspektion und Bissflügelröntgenbefund zusammen gefunden werden können, während durch die Bissflügelröntgenaufnahme allein über 90 % der entsprechenden Läsionen entdeckt werden können.<sup>24</sup> DIFOTI verwendet sicheres weißes Licht.<sup>25</sup> Auf der proximalen Fläche des Zahnes wird Licht von einer Seite durch den Zahn gestrahlt. Auf der anderen Seite wird das Licht mit einer Kamera aufgenommen. Vorteil ist

der Verzicht auf ionisierende Strahlung. Es wird außerdem kein Film oder Sensor benötigt. Schließlich ist es eine Echtzeitdiagnose mit höherer Sensitivität, die im Vergleich zur Röntgendiagnostik besonders für frühe Karies geeignet ist.<sup>22</sup> Ein weiterer Vorteil im Vergleich zu anderen Monitoringmethoden ist das Abspeichern der Fotos über einen längeren Zeitraum.<sup>22</sup> Das Prinzip von DIFOTI beruht darauf, dass kariöses Gewebe mehr Licht absorbiert als gesundes und als dunkler Schatten wahrgenommen wird. Auf diese Weise können Demineralisationen, Frakturen sowie insuffiziente Füllungen festgestellt werden.

Ein großer Vorteil von diesem Gerät ist, dass man supragingivale Bereiche ohne Strahlenbelastung untersuchen kann. Als Nachteil hat sich jedoch erwiesen, dass nur oberflächliche Läsionen beurteilt werden können, während man über Läsionen in der Tiefe keinen Aufschluss erhält. Des Weiteren führen Oberflächenverfärbungen und Biofilm zu falsch positiven Ergebnissen.<sup>26,27,28</sup>

### DIFOTI in der Praxis

In der Praxis wird das DIFOTI nach Säuberung der Zahnoberflächen mit dem Aufnahmekopf auf die Zahnfläche gehalten. Lichtquelle und Kamera werden so seitlich bzw. okklusal auf dem Zahn platziert (Abb. 1 und 2). Mit dem DIAGNOcam (KaVo, Biberach an der Riß) beispielsweise kann man Einzelfotos speichern wie auch ein Videoscreening durchführen. Die erzeugten Bilder werden in einem Programm abgespeichert und können am Monitor mit dem Patienten erörtert werden. Sinnvoll ist es auch, die weiteren Diagnostikergebnisse in die Diskussion einfließen zu lassen (Abb. 3 und 4). Therapieempfehlungen können je nach Diagnostikergebnis von wei-



**Abb. 13:** Röntgenaufnahme 14,15. – **Abb. 14:** DIAGNOcam-Aufnahme Zähne 14,15. – **Abb. 15:** Foto Ausgangsbefund 14, 15. – **Abb. 16:** Nach Exkavation. – **Abb. 17:** Zahn 15 nach Versorgung.



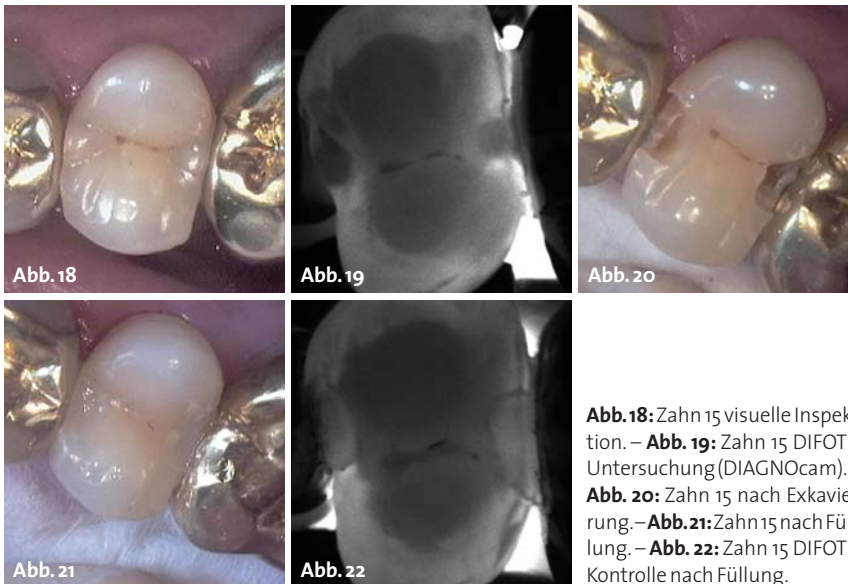
Laserschutz für die Medizin

Halle 10.2  
Stand L-056

www.uvex-laservision.de



**Laserschutzbrillen**  
**Patientenschutzbrillen**  
**Lupenbrillen mit Laserschutz**  
**Selbsthaftende Augenklappen**



**Abb. 18:** Zahn 15 visuelle Inspektion. – **Abb. 19:** Zahn 15 DIFOTI-Untersuchung (DIAGNOcam). – **Abb. 20:** Zahn 15 nach Exkavierung. – **Abb. 21:** Zahn 15 nach Füllung. – **Abb. 22:** Zahn 15 DIFOTI-Kontrolle nach Füllung.

terer Prävention und Monitoring bis hin zur Therapie mit den unterschiedlichen Therapiemethoden (Pulverstrahlanwendung, Schallanwendung, Bohrer, Er:YAG-Laser, Er,Cr:YSGG-Laser, CAD/CAM etc.) führen. Erfahrungsgemäß wird es von den Patienten geschätzt, ausführlich beraten zu werden. Die bisherigen Publikationen können aus Praxissicht bezüglich der Sensitivität und Spezifität bestätigt werden. DIFOTI zeigt approximale Läsionen in der Regel frühzeitig noch vor Erkennen der Läsion mittels Röntgenaufnahmen (Abb. 5–17). Auch könnte man die DIFOTI-Aufnahmen nach Füllungen zur Kontrolle und als weitere Grundlage für das Monitoring verwenden (Abb. 18–22).

### Bedeutung für die Praxis

Ein präventives Praxiskonzept könnte abhängig von individuellen Konzeptionen darin bestehen, das DIFOTI-System grundsätzlich bei jedem individuellen Recalltermin neben der visuellen Untersuchung und der Laserfluoreszenzdiagnostik zur Diagnostik zu verwenden. Bissflügelaufnahmen könnten, wenn dieses wissenschaftlich nachgewiesen wäre, in größeren Abständen als bisher eingesetzt werden. Das hätte den Vorteil, strahlenreduziert zu arbeiten. Ein Vorteil der Verwendung des DIFOTI-Systems wäre auch die Reproduzierbarkeit der Messungen auch bei unterschiedlichen Anwendern. So könnten z.B. das DIAGNOcam (KaVo, Biberach an der Riß) wie auch die Laserfluoreszenzdiagnostik primär von Dentalhygienikerinnen und ZMPs verwendet werden und bei positivem Befund diesen von Zahnärztin/Zahnarzt interpretieren lassen. Eine Überbehandlung kann so vermieden werden. Dies unterstreicht die Teamdisziplin Zahnmedizin sowie den weiteren Sinn des Recallsystems. Durch das Archivieren der Befunde ist ein Monitoring problemlos möglich, zudem unterstützt es die präventive Arbeit von Praxis oder Klinik und hilft bei der Motivation der Patienten. ■



### KONTAKT

**Olaf Oberhofer, M.Sc.**  
Oberhofer und Partner  
Zahnärztliche Praxen  
Hellweg 23, 59597 Erwitte  
oberhofer@das-octagon.de



WE PROTECT YOUR EYES