

Diagnose und Therapie der Karies

A. Lussi^a, M. Schaffner^b

Einleitung

Karies beginnt mit einer nur mikroskopisch sichtbaren Demineralisation der betroffenen Schmelz-, Dentin- oder Zementoberfläche. Nach Einbruch der entsprechenden Zahnoberfläche ist die Karies leicht zu diagnostizieren, aber oft schon so weit fortgeschritten, dass eine extensive Restauration nötig ist. Schwierig zu diagnostizieren hingegen sind Läsionen im Anfangsstadium oder Läsionen, die, obwohl bis ins Dentin vorgedrungen, eine makroskopisch intakte Oberfläche zeigen. Nur eine korrekte Diagnose ermöglicht es, die richtige Therapie einzuleiten. Es muss entschieden werden, ob präventive Massnahmen genügen oder ob direkt invasiv vorgegangen werden soll.

Die Approximalkaries

Zur Diagnose der Approximalkaries können die klinische Untersuchung, Bitewing-Röntgen und Fiberoptiktransillumination herangezogen werden. Die klinische Untersuchung mit

Sonde ist schwierig. Nur etwa jede dritte manifeste Karies mit Kavität (= «Loch») wird klinisch auch erkannt [1]. Röntgenbilder sind für die Diagnose der Approximalkaries auch heute noch die Methode der Wahl, wobei etwa $\frac{3}{4}$ der Dentinkaries erkannt wird, wenn die Schmelzoberfläche noch intakt ist. Prophylaktische Massnahmen können eine weitere Penetration verhindern oder Remineralisation bewirken. Die Progression der Karies kann mit periodischen Röntgenaufnahmen beobachtet werden. Das Intervall hängt unter anderem vom individuellen Kariesrisiko ab: Patienten mit hohem Kariesrisiko sollten ungefähr jedes Jahr, solche mit sehr kleinem Risiko etwa alle 2–4 Jahre geröntgt werden. Es ist dabei zu beachten, dass Patienten mit kleinem Kariesrisiko zu einem späteren Zeitpunkt ein höheres Kariesrisiko haben können und vice versa. Wichtig ist die Tatsache, dass die Zeitdauer, bis die Karies den Schmelz bleibender Molaren penetriert hat, 4 Jahre überschreiten kann, was die Möglichkeit bietet, mit einer invasiven Therapie abzuwarten.

Transillumination der Zähne (FOTI) kann als zusätzliches Hilfsmittel benutzt werden, vor allem bei Frontzähnen und bei Approximalflächen (Abb. 1 und 2), bei denen keine Beeinträchtigung durch benachbarte nicht zahnfarbene Füllungen vorhanden ist [2, 3]. Im Seitenzahngelände scheint hingegen die Röntgen-Diagnostik der FOTI überlegen zu sein.

Die Glattflächenkaries

Bukkale und orale Glattflächenkaries ist heute in der Schweiz, Deutschland und anderen europäischen Ländern selten. Sie schreitet bei guter Hygiene langsam voran und remineralisiert sehr gut, was in der klassischen Studie von Backer-Dirks et al. [4] schon gezeigt wurde: nach 7jähriger Beobachtungszeit und guter Mundhygiene remineralisierten über die Hälfte der Initialläsionen («Kreideflecken») so weit, dass sie in der Zweituntersuchung als gesund eingestuft wurden. Nur wenige Initialläsionen wiesen 8 Jahre später eine Kavität auf. Glattflächenläsionen mit intakter Oberfläche werden durch optimierte Prophylaxe inklusive Fluoridapplikation «behandelt». Nur bei eingebrochener Oberfläche ist eine Restauration notwendig.

^a Klinik für Zahnerhaltung, Kinder- und Präventivzahnmedizin, Universität Bern
^b Privatpraktiker, Interlaken

Korrespondenz:
Prof. Dr. med. A. Lussi
Klinik für Zahnerhaltung
Freiburgstrasse 7
CH-3010 Bern

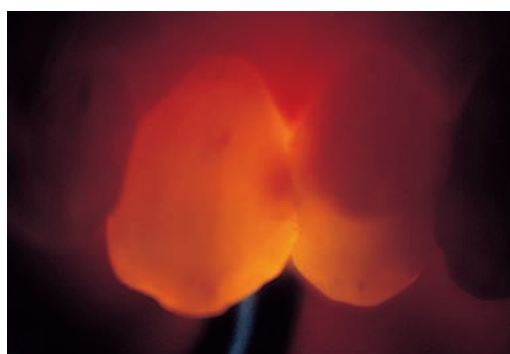
Abbildung 1.

Die Karies distal des linken oberen Eckzahns (Zahn 23) ist durch die klinische Untersuchung mit der Sonde schwierig zu erkennen.



Abbildung 2.

Durch Transillumination (FOTI) wird die Approximalkaries distal des linken oberen Eckzahns (Zahn 23) gut sichtbar.



Die Fissurenkaries

Epidemiologische Studien haben gezeigt, dass – bei einer generellen Abnahme der Kariesprävalenz in der Schweiz und in Europa – die okklusalen Flächen der bleibenden Molaren bei Kindern und Jugendlichen am meisten mit Karies befallen sind [5]. Fissurenkaries muss dementsprechend häufig diagnostiziert werden.

Verschiedene Gründe werden für die hohe Kariesprävalenz in den Fissuren angeführt:

- Erhöhte Plaqueakkumulation in den Fissuren bis zur endgültigen Okklusionsfindung. Carvalho et al. [6] haben festgestellt, dass der fehlende Antagonistenkontakt eine signifikant erhöhte Plaqueakkumulation zur Folge hat.
- Erhöhte Kariesanfälligkeit des Schmelzes in den ersten Jahren nach dem Durchbruch. Durch Re- und Demineralisationszyklen findet eine Maturation des Schmelzes statt. Die verminderte Kariesanfälligkeit des gereiften Schmelzes ist nicht fissurenspezifisch, wirkt sich dort aber stärker aus.
- Die ungünstige Fissurenmorphologie verunmöglicht oft die Reinigung des Fissurenfundus. Eigene Analysen an Schliffrücken von 120 Zähnen zeigten bei ungefähr der Hälfte der Fälle eine der Reinigung durch Zahnbürste nicht zugängliche Fissurenanatomie. Ungefähr 20% der untersuchten Stellen zeigten ausladende Fissuren. 30% wiesen enge, nur schwierig zu reinigende Fissurenformen auf (Abb. 3 und 4).

Abbildung 3.
Fissurenmorphologie eines Molaren von okkusal.



Abbildung 4.
Histologischer Schnitt durch die Fissur (Pfeil) des Molaren in Abbildung 3. Die enge Fissur ist der Reinigung mit der Zahnbürste nicht zugänglich.



Weiter wurde festgestellt, dass unter einer makroskopisch intakten Oberfläche Dentinkaries vorhanden sein kann. Dieser Sachverhalt erschwert die Diagnose. Es scheint, dass etwa 10–30% der Dentinläsionen an Molaren eine bei visueller Inspektion «intakte» Oberfläche zeigen, die sogenannte «hidden» Karies. Erschwerend kommt hinzu, dass die oft zu beobachtende dunkle Verfärbung des Fissurenfundus nicht zwangsläufig mit Fissurenkaries zusammenhängt, da die Verfärbung auch eine andere exogene Ursache aufweisen kann.

Neben der klinischen Untersuchung, Bitewing-Röntgenbildern und Fiberoptiktransillumination (FOTI) kann die Lasertechnologie zur Diagnostik herbeigezogen werden. Aus Untersuchungen geht deutlich hervor, dass der zusätzliche Gebrauch einer Sonde keine Verbesserung in der Diagnostik bringt [7].

Spezifität und Sensitivität

Die Spezifität, die Fähigkeit also, gesunde Zähne als gesund zu erkennen, bewegt sich bei allen herkömmlichen Methoden in einer ähnlichen Grössenordnung (87–93%), was bedeutet, dass nur wenig Zähne ohne Karies oder mit Schmelzkaries falsch diagnostiziert werden und unter Umständen irrtümlicherweise eröffnet werden. Bei der heutigen kleinen Kariesprävalenz ist diese Eigenschaft eines Tests wichtig: Zähne, die dank adäquater Prävention über Jahre unversorgt belassen werden können, sollten nicht restaurativ behandelt werden.

Die Sensitivität bewegte sich bei Zähnen mit sichtbarer Kavität zwischen 62–90%, wobei auch hier kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Methoden bestand. Signifikant schlechter waren jedoch die diagnostischen Fähigkeiten, Zähne mit Dentinkaries und makroskopisch intakter Oberfläche («hidden caries») zu erkennen. Nur 12–20% betrug hier die Sensitivität bei direkter klinischer Inspektion. Der höhere Wert von 20% wurde gefunden, wenn zusätzlich eine Lupe verwendet wurde. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob eine individuell angepasste Lupenbrille eine weitere Verbesserung ermöglichen kann. Bei Zuhilfenahme von Bissflügel-Röntgenbildern war die Sensitivität signifikant erhöht ($\geq 45\%$).

Es geht aus diesen Untersuchungen deutlich hervor, dass der zusätzliche Gebrauch einer Sonde keine Verbesserung in der Diagnostik bringt. Sondieren mit Druck hat zudem den Nachteil, dass oberflächlich entkalkte Schmelzanteile zerstört werden, was zu einer beschleunigten Kariesprogression führen kann.

Die Sensitivität, die Fähigkeit also, kranke Zähne (mit Dentinkaries) als krank zu erkennen, ist bei Zuhilfenahme von Bissflügel-Röntgenbil-

dern verbessert. In diesem Zusammenhang erwähnenswert ist die Tatsache, dass mit Röntgenbildern nur Okklusalkaries erkennbar ist, die ins Dentin vorgedrungen ist. Eine Karies, die im Röntgenbild sichtbar ist, ist signifikant mehr mit Laktobazillen und Mutans-Streptokokken infiziert als eine nicht röntgensichtbare Karies [8]. Im Röntgenbild sichtbare Dentinkaries wird heute deshalb auch bei intakter Oberfläche im allgemeinen eröffnet und versorgt.

Die beschriebenen Grössen «Spezifität» und «Sensitivität» geben Hinweise für die Güte eines Testes, was unter anderem für epidemiologische Fragestellungen wichtig ist. Es ist wichtig zu wissen, welcher Prozentsatz gesunder oder kranker Individuen einer Gruppe durch eine Testmethode richtig erkannt wird. Für den Zahnarzt wäre es hingegen interessant zu wissen, ob man mit einem Test den Zustand der Zähne eines bestimmten Patienten richtig erkennt. Wichtig für das weitere Vorgehen ist es,

die Wahrscheinlichkeit zu kennen, ob bei der Diagnose «Dentinkaries» auch Dentinkaries vorliegt, und umgekehrt, ob bei der Diagnose «keine Karies» auch keine Karies vorliegt. Diese positiven respektive negativen Vorhersagewerte sind einerseits von der Sensitivität und Spezifität der Testmethode und vom Diagnosevermögen des Zahnarztes, andererseits auch von der Prävalenz der Erkrankung abhängig.

Die herkömmlichen Methoden zeichnen sich unter Berücksichtigung der kleinen Kariesprävalenz durch einen relativ hohen negativen Vorhersagewert und durch einen kleinen positiven Vorhersagewert aus. Insbesondere bei den herkömmlichen Methoden und Zähnen ohne Kavität wird die Entscheidung «Karies» selten richtig sein.

Diese sowie die übrigen Grössen für die Spezifität und Sensitivität hängen ausserdem von der Auswahl der Zähne der jeweiligen Untersuchung ab; sie sind deshalb nicht als absolute, sondern nur als relative Werte zu interpretieren. Die beträchtlichen Unterschiede in den diagnostischen Fähigkeiten existieren jedoch auch bei anderer Verteilung gesunder und kranker Zähne, und auch dort zeigt es sich, dass Sondieren keine besseren Ergebnisse in der Diagnostik ermöglicht [7].

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die herkömmlichen Methoden zu wenig objektiv und quantitativ sind, als dass sie für die Kariesverlaufdiagnose geeignet wären.

Eine weitere wichtige Voraussetzung für die Kariesverlaufdiagnose ist die Reproduzierbarkeit der diagnostischen Hilfsmittel. Die Reproduzierbarkeit der klinischen Inspektion und der Befunderhebung mittels Bissflügelaufnahmen ist zu schlecht, als dass eine Kariesverlaufdiagnose möglich wäre. Nur die Messung des elektrischen Widerstandes und das Lasergerät zeigen eine sehr gute Reproduzierbarkeit.

Der elektrische Widerstand des Zahnes ist abhängig von seinem Zustand. Gesunder Schmelz wie auch gesundes Dentin verlieren ihre isolierende Eigenschaft, wenn sie zerstört und durch ein besser leitendes Medium ersetzt werden. Der Widerstand zwischen Zahnoberfläche und einer Elektrode in der Mundhöhle oder in der Hand wird kleiner, was bei der Kariesdiagnostik mit dem elektrischen Kariesmeter ausgenutzt wird. Die Messung des elektrischen Widerstandes (ECM) ist eine Methode, die vor allem bei Läsionen mit intakter Oberfläche gut zu gebrauchen ist. Die Sensitivität war unter In-vivo-Bedingungen je nach Untersuchung zwischen 93 bis 96% und damit signifikant grösser als bei den herkömmlichen Methoden. Die Spezifität war mit 71–77% kleiner als bei der Inspektion [9, 10]. Die relativ kleinen Werte für die Spezifität bedeuten, dass zwischen 23–29% der gesunden Zähne irrtümlich als krank beurteilt und unter Umständen operativ behandelt werden.

Abbildung 5.
DIAGNOdent-Lasergerät für die Erkennung zweifelhafter kariöser Zahnstellen der Okklusalfächen.



Abbildung 6.
Anwendung des DIAGNOdent. Der histologische Schnitt zeigt eine kariöse Fissur. Anhand der Fluoreszenz der durch die Karies veränderten Zahnhartsubstanz misst das Lasergerät den Grad der Demineralisation in der Zahnfissur.



Abbildung 7.
Wurzelkaries fazial der Unterkieferfrontzähne eines 50jährigen Patienten.



Bei den auf Fluoreszenz und/oder auf Lichtstreuung basierenden Methoden wird zur Zeit nur ein System DIAGNOdent (KaVo, Biberach, Deutschland) angeboten, das auch eine einfache Handhabung ermöglicht. Es besteht aus einer Lichtquelle mit einer Wellenlänge von 657 nm und einer Leistung von 1 mW und beruht auf dem Prinzip, dass durch Karies veränderte Zahnhartsubstanz fluoresziert und dass diese

Fluoreszenz proportional zur Demineralisation ist. Der Laser besteht aus einem zentralen Teil für die Zuführung des Lichtes und den konzentrisch angeordneten äusseren Fasern für den Empfang des vom Zahn fluoreszierten Lichtes. Nicht erwünschtes Licht wird durch ein Filtersystem von der Detektion gehindert. Das detektierte Licht wird dann auf einer Anzeige festgehalten. Vor der Anwendung des DIAGNOdent sollten die Zähne des Patienten getrocknet und unter Umständen gereinigt werden, damit zuerst eine optimale visuelle Diagnostik möglich ist. Das Lasersystem wird dann bei zweifelhaften Stellen auf der Okklusalfäche benutzt, da die visuelle Untersuchung dort zwar eine sehr gute Spezifität, aber eine ungenügende Sensitivität aufweist. Die Spezifität und Sensitivität für die Diagnose der Dentinkaries des Lasers betragen deutlich über 80%. Untersuchungen bezüglich der Reproduzierbarkeit ergaben für den DIAGNOdent sehr gute Werte [11]. Dieses Gerät kann deshalb für die Verlaufskontrolle der Karies eingesetzt werden. Ferner ermöglicht das Gerät, schon initial Schmelzkaries sicher zu erkennen, was für ein modernes Karies-Management wichtig ist (Abb. 5 und 6).

Die positiven und negativen Vorhersagewerte sind bei diesen neuen Methoden höher als bei den herkömmlichen, aber immer noch nicht optimal. Da der negative Vorhersagewert – die Wahrscheinlichkeit, dass bei negativem Test keine Karies vorliegt – bei den herkömmlichen Methoden über 90% und damit höher ist, sollte zuerst der Zahn nach Trockenlegung visuell begutachtet werden und erst bei Zweifel bezüglich

Abbildung 8.

Röntgenbild einer approximalen Wurzelkaries distal des zweiten Molaren oben links. Wegen der parodontalen Weichgewebe ist die direkte Einsichtnahme in diese kariöse Läsion nicht möglich. Zur Diagnose solcher schlecht einsehbaren Stellen hat sich das Röntgenbild bewährt. Es zeigt eine sehr tiefe Karies.

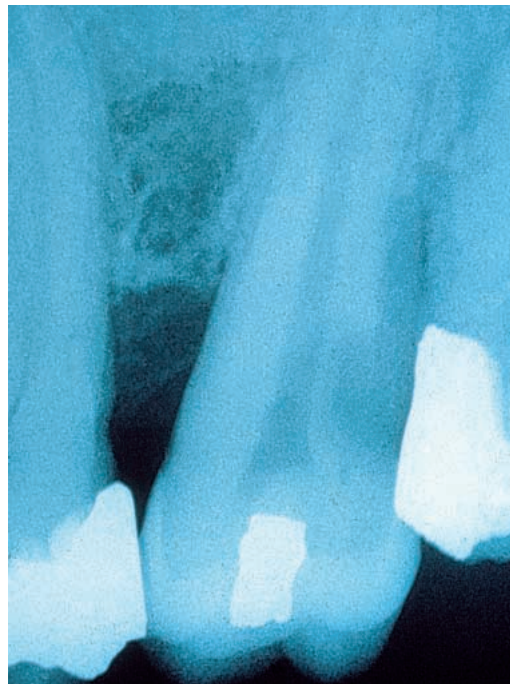


Abbildung 9.

Beim extrahierten oberen Molaren ist die distale Wurzelkaries gut erkennbar.



Abbildung 10.

Histologischer Schnitt durch den extrahierten Molaren. Die Wurzelkaries hat bereits die Zahnpulpa erreicht und zu entzündlichen Veränderungen in der Pulpa geführt.



Extension der Karies das Lasergerät – als zweites Standbein – angewendet werden. Damit wird erreicht, dass einerseits die Vorteile der Geschwindigkeit der klinischen Diagnose mit den Vorteilen dieses Gerätes (hohe Sensitivität) kombiniert werden können. Die hohe Reproduzierbarkeit ermöglicht es ferner, diese Messung zur longitudinalen Beobachtung einer kariösen Stelle zu gebrauchen und dadurch Hinweise auf den Erfolg einer Intensivprophylaxe zu geben.

Quintessenz

- Die frühzeitige und richtige Diagnose einer kariösen Läsion ist wichtig, damit die richtigen Prophylaxe- und Therapiemassnahmen eingeleitet werden können. Je nach Lokalisation der kariösen Veränderung der Zahnhartsubstanz (Approximal-, Glattflächen-, Fissuren- und Wurzelkaries) erfolgt die Diagnostik und Verlaufskontrolle mit unterschiedlichen Hilfsmitteln.
- Für die Diagnose der Approximalkaries eignet sich die Bitewing-Röntgenaufnahme, für die Glattflächenkaries die visuelle Inspektion, für die sogenannte «hidden» Karies im Bereich der Fissuren die Messung des elektrischen Widerstandes oder das Lasergerät und für die Wurzelkaries die vorsichtige Sondeninspektion in Kombination mit dem Röntgenbild. Bei der Kariesverlaufdiagnose muss berücksichtigt werden, dass das Kariesrisiko eines Patienten keine konstante Grösse ist und sich jederzeit verändern kann.

Die Wurzelkaries

Mit zunehmendem Alter zeigen die meisten Personen an einzelnen oder mehreren Zähnen gingivale Rezessionen oder Schrumpfungen der Gingiva bei unbehandelter oder nach behandelter Parodontitis. Dadurch werden Wurzeloberflächen freigelegt, die entsprechend der charakteristischen Strukturen und chemischen Zusammensetzung von Zement und Dentin bezüglich mechanischer Traumatisierung anfälliger sind als Schmelzoberflächen. Auch die primäre Wurzelkaries kann erst dann auftreten, wenn die entsprechenden Oberflächen dem Mundmilieu und supragingivalem Plaquebefall ausgesetzt sind. Somit ist die Wurzelkaries eine Erkrankung, die bei den bezahnten Individuen mit zunehmendem Alter gehäuft auftritt (Abb. 7).

Wurzelkaries erscheint oft als nicht sehr tiefe, weiche, verfärbte Zerstörung des Zements und des Dentins. Da auch bei einem Mineralverlust von bis zu 50% die Dentinstruktur noch so weit intakt ist, dass Remineralisation möglich ist, ist auch hier Prävention sehr wichtig. Vor allem interdental ist die Diagnose nicht einfach. Obwohl Wurzelkaries mit einem Attachmentverlust vergesellschaftet ist, kann durch Parodontaltaschen die direkte Einsichtnahme verunmöglich sein. Die Progression solcher der Reinigung nicht zugänglicher Dentindefekte ist schneller als bei der koronalen Karies. Oft ist die Läsion so weit fortgeschritten, dass das Endodont betroffen ist und eine Wurzelbehandlung unumgänglich wird. Zur Diagnose hat sich ein Röntgenbild für nicht einsehbare Stellen und der Gebrauch der Sonde für zugängliche Stellen bewährt (Abb. 8–10).

Literatur

- 1 Peers A, Hill FJ, Mitropoulos CM, Holloway PJ. Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions: an in vitro study. *Caries Res* 1993;27:307–11.
- 2 Choksi SK, Brady JM, Dang DH, Rao MS. Detecting approximal dental caries with transillumination: A clinical evaluation. *J Am Dent Assoc* 1994;125:1098–102.
- 3 Stephen KW, Russell JI, Creanor SL, Burchell C. Comparison of fibre optic transillumination with clinical and radiographic caries diagnosis. *Community Dent Oral Epidemiol* 1987;15:90–4.
- 4 Backer-Dirks O. Posteruptive changes in dental enamel. *J Dent Res* 1966;45:503–11.
- 5 Steiner M, Menghini G, Curliovic Z, Marthaler T. Kariesbefall der Schüler der Stadt Zürich im Zeitraum 1970–1993. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1994;104:1210–8.
- 6 Carvalho JC, Ekstrand KR, Thylstrup A. Dental plaque and caries on occlusal surface of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J Dent Res* 1989;68:773–9.
- 7 Lussi A. Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res* 1991;25:296–303.
- 8 Ricketts DNJ, Kidd EAM, Beighton D. Operative and microbiological validation of visual, radiographic and electronic diagnosis of occlusal caries in non-cavitated teeth judged to be in need of operative care. *Br Dent J* 1995;179:214–20.
- 9 Lussi A, Firestone A, Schönberg V, Hotz P, Stich H. In vivo diagnosis of fissure caries using a new electrical resistance monitor. *Caries Res* 1995;29:81–7.
- 10 Verdonschot EH, Bronkhorst EM, Burgerdijk RCW, König KG, Schaeken MJM, Truin GJ. Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. *Caries Res* 1992;26:59–64.
- 11 Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci* 2001;109:14–9.