

# Die Bissflügel-Röntgenaufnahme als Bestandteil der präventiven Zahnheilkunde – eine Übersicht

## Zusammenfassung

Für eine adäquate Therapie der unterschiedlichen Kariesstadien ist eine genaue Diagnostik von grosser Bedeutung. Kariesläsionen der Approximallflächen sind aufgrund des mangelnden Zugangs beim klinischen Befund oft nicht direkt zu erkennen. Die Bissflügel-Röntgenaufnahme ist eine Technik, mit der von okklusal nicht zu erkennende proximale Läsionen im Seitenzahnbereich diagnostiziert werden können. Zur systematischen Kontrolle von kariösen Läsionen ist ein zeitliches Konzept der Röntgenuntersuchungen sinnvoll, um einen möglichst grossen Nutzen bei möglichst geringer Röntgenstrahlenbelastung zu haben. Für ein solches Konzept ist die Kariesprogression von Bedeutung, die wiederum variieren kann. Es wird vermutet, dass durch den Einsatz von Fluoridierungsmaßnahmen die Geschwindigkeit der Kariesprogression verlangsamt werden kann.

Dieser Artikel soll eine Übersicht über Empfehlungen zur Planung von Bissflügel-Röntgenuntersuchungen aus der Literatur geben und wichtige Faktoren bei der Auswertung von Bissflügel-Röntgenaufnahmen aufzeigen.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 114: 882–889 (2004)

Schlüsselwörter: Bissflügelaufnahme, Approximalkaries, Diagnostik, Strahlenbelastung, Kariesprogression

Zur Veröffentlichung angenommen: 4. Juni 2004

TAMMO STODT und THOMAS ATTIN

Abteilung Zahnerhaltung, Präventive Zahnheilkunde und Parodontologie, medizinische Fakultät, Georg-August-Universität Göttingen

Korrespondenzadresse:

Dr. T. Stodt

Georg-August-Universität Göttingen, Zentrum Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Abteilung Zahnerhaltung, Präventive Zahnheilkunde und Parodontologie  
Robert-Koch-Str. 40, 37099 Göttingen  
Telefon 0049 (0)551 39 2877, Fax 0049 (0)551 39 2037  
E-Mail: tstodt@med.uni-goettingen.de

## Einleitung

In der präventiven und therapeutischen Zahnheilkunde sind zahlreiche Erkenntnisse über die unterschiedlichen Entwicklungsstadien einer kariösen Läsion bekannt. Je nach Tiefe der Läsion in der Zahnhartsubstanz sind verschiedene Therapiemassnahmen angezeigt. Eine genaue Diagnostik okklusaler und approximaler Karies ist hierfür unerlässlich. Aus der Literatur geht hervor, dass je nach Lage der kariösen Flächen jeweils andere diagnostische Hilfsmittel als besonders günstig zu bezeichnen sind. So unterscheidet sich die Diagnose der okklusalen von der der approximalen Karies. Die möglichen diagnostischen Hilfsmittel und die rein visuelle Inspektion wurden in zahlreichen Studien miteinander verglichen.

Möglichkeiten für die Diagnose okklusaler Karies sind Bissflügel-Röntgenaufnahmen, Fiberoptiktransillumination (FOTI), digital imaging fibre optic transillumination (DIFOTI), Laserfluoreszenzmessung mit DIAGNOdent®-Gerät (KaVo, Biberach, Deutschland) sowie elektrische Widerstandsmessung.

An Approximalflächen bestehen durch den fehlenden Zugang nur eingeschränkte Diagnosemöglichkeiten. Die klinische Inspektion mit einer Sonde ermöglicht die Diagnose etwa jeder dritten kavitierten Approximalkaries (LUSSI & HOTZ 1995). 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 Bissflügel-Röntgenbefund zusammen gefunden werden können, während durch die Bissflügel-Röntgenaufnahme allein über 90% der entsprechenden Läsionen entdeckt werden können (PITTS 1996). Für die Diagnose approximaler Läsionen sind Bissflügel-Röntgenaufnahmen daher von grosser Bedeutung und somit ein wichtiger Baustein der präventiven Zahnheilkunde.

Mit der Zielsetzung, versteckte proximale Läsionen zu entdecken, können mit der Bissflügel-Röntgendiagnostik zudem Nebenfunde, wie z. B. Füllungsüberhänge, Verlauf des Limbus alveolaris etc. diagnostiziert werden. Ebenso können okklusale Läsionen zusätzlich erkannt werden (LUSSI et al. 2003a). Die Aussagekraft der Bissflügelaufnahme ausschliesslich für die Diagnose der Okklusalkaries ist jedoch begrenzt; alternative Verfahren, wie beispielsweise mit dem DIAGNOdent®-Gerät, werden hierfür als geeigneter angesehen (LUSSI et al. 2003a). Mit Hilfe von Bissflügel-Röntgenaufnahmen kann auch die Qualität vorhandener Füllungen beurteilt werden. So sind auf den Röntgenbildern demineralisierte Zonen im Dentin unter Amalgamfüllungen in Form von Radioopazitäten erkennbar (RUDOLPHY et al. 1994). In diesem Zusammenhang sei auch das Risiko unentdeckter Läsionen unter versiegelten okklusalen Oberflächen erwähnt (POORTERMANN et al. 2000), die ebenfalls mit Bissflügel-Röntgenaufnahmen diagnostiziert werden können. Die Sensitivität entsprechender Röntgenuntersuchungen zur Diagnose von Läsionen unter Amalgamfüllungen beträgt 64%, die Spezifität sogar 98% (RUDOLPHY et al. 1993). Zu bedenken ist jedoch, dass auch ungefüllte Bondings Läsionen aufgrund der fehlenden Röntgenopazität vortäuschen können. Mit Bissflügel-Röntgenstatus ist es unter Berücksichtigung weiterer Faktoren wie z. B. der Kariesaktivität möglich, weitere Behandlungsmassnahmen festzulegen, d. h. zwischen präventivem und invasivem Handeln zu entscheiden. Es kann ein Basisbefund erstellt und der Zustand in variablen Abständen kontrolliert werden.

Die Röntgenuntersuchung wird neben ihrem Nutzen für die individuelle Gesundheit auch nach ökonomischen Gesichtspunkten und nach der Exposition von Strahlung beurteilt. Unter Berücksichtigung dieses Punktes ist es sinnvoll, wenn Routinekontrollen bei Patienten mit einer auf das individuelle Kariesrisiko abgestimmten Frequenz durchgeführt werden.

Zur Einstellung eines Konzeptes zur Auswertung der Bissflügel-Röntgenuntersuchung ist die Berücksichtigung weiterer Punkte wichtig. So sollte z. B. eine Schwelle für den jeweiligen Therapieentscheid festgelegt werden. Bei der weiteren Planung von Untersuchungsintervallen sollte dieser Schwellenwert in Bezug auf die verschiedenen in Röntgenbildern diagnostizierbaren Kariesstadien berücksichtigt werden.

Zur Diagnose einer approximalen Karies können neben der klinischen Inspektion das FOTI-System, das DIFOTI-System, Separation mittels Keilchen oder Ligatur und die Bissflügelaufnahme zum Einsatz kommen. In Bezug auf die entsprechende

Verwendung der elektrischen Widerstandsmessung und der Laserfluoreszenzmessung (DIAGNOdent®) gibt es bereits Untersuchungen (VERDONSCHOT et al. 1992, LUSSI et al. 2001, LUSSI et al. 2003a). Die Reproduzierbarkeit von klinischer Inspektion, FOTI und Bissflügel-aufnahmen ist etwa gleichwertig (PEERS et al. 1993). In Bezug auf Bissflügel-aufnahmen stellten die Autoren einer weiteren Untersuchung ein vergleichbares Ergebnis fest (WRBAS et al. 1998). Die Spezifitäten von Bissflügel-aufnahme und FOTI sind etwa gleich hoch, jedoch weist die Bissflügel-aufnahme eine deutlich höhere Sensitivität auf (VAARKAMP et al. 2000). Der Einsatz von FOTI erleichtert die Unterscheidung von Schmelz- und Dentinkaries (CÓRTEZ et al. 2003).

Die elektrische Widerstandsmessung wird weniger zur Diagnose approximaler Karies als für die Diagnose okklusaler Karies empfohlen (VERDONSCHOT et al. 1992). Auch der Einsatzbereich des DIAGNOdent®-Systems liegt nach bisherigen Erkenntnissen in der Diagnose okklusaler Läsionen. Es wurde gezeigt, dass die Laserfluoreszenzmessung besonders für die Untersuchung klinisch nicht eindeutig zu beurteilender okklusaler Läsionen geeignet ist (LUSSI et al. 2001, LUSSI et al. 2003a). Auch im Milchgebiss wird der Einsatz zur Diagnose okklusaler Karies empfohlen (LUSSI & FRANCESCUT 2003).

Die Bissflügel-Röntgenaufnahme ist ein wichtiges Hilfsmittel für die Diagnose approximaler Karies, unter der Voraussetzung, dass eine angemessene Interpretation des Befundes erfolgt. Ziel dieses Artikels ist, eine Übersicht über den Einsatz von Bissflügel-Röntgenaufnahmen zur approximalen Kariesbefundung zu geben. Dabei werden die für die Diagnose der approximalen Karies relevanten Einflussfaktoren diskutiert und Empfehlungen zur Häufigkeit von Röntgenbefunden aufgezeigt.

## Welche Faktoren sind bei der Diagnose der approximalen Karies zu berücksichtigen?

Zur Bestimmung des individuellen Risikos eines Patienten, dass neue Läsionen entstehen oder bestehende progredieren, sind mehrere Parameter von Bedeutung. Das Fortschreiten kariöser Läsionen in den jeweiligen Kariesstadien wurde in vielen Studien untersucht. Die Approximalkaries wird grundsätzlich nach einer Klassifikation von PITTS & RIMMER (1992) wie folgt eingeteilt: Grad 1 = initiale Karies ohne Kavitation, Grad 2 = Kavitation im Schmelz, Grad 3 = Kavitation im Dentin und Grad 4 = Kavitation im Dentin bei möglicher Pulpabeteiligung. Zusätzlich werden Grad-1-Läsionen in folgende Punkte unterteilt: 1W = White-spot-Karies und 1B = Brown-spot-Karies. Röntgenologisch wird in diesem Artikel eine in der Bezeichnung modifizierte Klassifikation (C1 bis C4) von PITTS (1984) verwendet, welche in Tabelle I in der Legende erläutert und in Abbildung 1 veranschaulicht wird.

In einer Untersuchung von DOWNER (2000) betrachtete eine Gruppe von Behandlern definierte Röntgenaufnahmen. Die Studie wurde so angelegt, dass eine maximale Verbesserung der oralen Gesundheit fiktiv errechnet und die Sensitivität der Diagnosen bestimmt werden konnte. Die Sensitivität war für eine erfolgreiche Therapie von grosser Bedeutung. So spielte bei einer ungenauen Diagnosestellung die Lebensdauer der Füllungen bezogen auf ein 10-Jahres-Intervall keine grosse Rolle, eine Verbesserung der oralen Gesundheit durch die Bissflügeluntersuchung und etwaige therapeutische Massnahmen traten in diesem Fall erst bei einem hohen Kariesrisiko auf. Im Rahmen dieses Modells wurde auf die Bedeutung der individuellen Fähigkeiten des Untersuchers bei der Diagnosestellung hingewiesen (DOWNER 2000). Auch die Anzahl von Läsionen

Tab. 1 Die Progression von Schmelz- und Dentinkaries im approximalen Seitenzahngebiet.

## a) Untersuchung von zunächst intakten Oberflächen

Autor/Population	Dauer einer Schmelzläsion	Progression der Läsion	Besonderheiten
(BILLE & CARSTENS 1989) 13–15 J. (n = 278)	nach 2 J.: 86% ohne Progression ins Dentin	nach 2 J.: 8,6% C3, 5,2% C4 und 6,9% gefüllt	94% der Oberflächen unverändert, 2 Jahre Beobachtung
(GUSTAFSSON et al. 2000) 14–19 J. (n = 93)	mittlere Dauer: > 5 J.	–	präziseste Diagnose, wenn 2 Läsionen oder Füllungen vorlagen
(LITH et al. 2002a) 6–20 J. (n = 285)	mittlere Dauer: 8 J.	mittlere Dauer von C3 Läsionen: 3,4 J.	bezogen auf Zahnflächen, Trinkwasserfluoridierung 1,2 ppm
(SCHWARTZ et al. 1984) (n = > 700) in 2 USA- und 3 Schweden-Gruppen	mittlere Dauer: (Schweden 1, USA 1 und 2) 40–50 M., (Schweden 2 und 3) 85 M.	–	deutlich langsamere Progression bei Gruppen mit Fluoridprophylaxe

## b) Untersuchung von vorhandenen Läsionen

Autor/Population	Entwicklung von intakter Oberfläche zu einer Läsion	Progression der Läsion	Ergänzungen
(HINTZE 2001) 6–18 J. (n = 640)	2,4% der Flächen progredierte p. a. zu Schmelzläsionen	9,2% der Läsionen progredierte p. a. zu Dentinläsionen	7% der C3-Läsionen progredierte in 2,9 J. zu C4-Läsionen
(MEJÄRE et al. 1999) 11–22 J. (n = 536)	75% der intakten oder C1-Flächen progredierte in 6,3 J. zu C2-Läsionen	75% C2-progredierte in 3,2 J. zu C4-Läsionen	–
(MEJÄRE & STENLUND 2000) (n = 374)	mittlere Dauer bis C2: 5,6 J. (2. Molar 1. D. distal), 6,9 J. (1. Molar 2. D. mesial)	mittlere Dauer C2 bis C3: 2,2 J. (2. Molar 1. D. distal), 2,5 J. (1. Molar 2. D. mesial)	–

C1 bis C4 = Karieseinteilung entsprechend der Ausdehnung im Schmelz und Dentin (modifiziert nach PITTS 1984): C1 = äussere Schmelzhälfte, C2 = innere Schmelzhälfte, C3 = äussere Dentinhälfte, C4 = innere Dentinhälfte; 1. D. = 1. Dentition, 2. D. = 2. Dentition, J. = Jahre, M. = Monate



Abb. 1 Röntgenaufnahme einer 27-jährigen Patientin. Erkennbar sind die verschiedenen röntgenologischen Läsionsgrade (siehe Text): Zahn 27, mesial: C1; Zahn 36, distal: C2; Zahn 35, distal: C3; Zahn 26, distal: C4.

und Füllungen scheint einen Einfluss auf die Interpretation zu haben. So wurde die genaueste Diagnose in einer Untersuchung von GUSTAFSSON et al. (2000) erzielt, wenn zwei vorhandene Läsionen oder Füllungen beim Patienten vorlagen. Die Anzahl richtiger Diagnosestellungen variierte bei den befundenen Zahnärzten deutlich (ESPELID et al. 1994, FIRESTONE et al. 1994, DOWNER & KAY 1996). Hieraus resultierte die Überlegung, Behandler zu trainieren oder zu standardisieren (ESPELID et al. 1994). Ein Diagnosetraining bzw. eine Standardisierung von praktizierenden Zahnärzten erzielte jedoch offenbar nur eine begrenzte Verbesserung (DOWNER & KAY 1996).

Zur Einschätzung der Aussagekraft der Bissflügel-Röntgenaufnahme ist ein Vergleich von klinischem und radiologischem Befund unerlässlich. Von den approximalen bis in das Dentin reichenden Läsionen, die in der Bissflügel-Röntgenaufnahme erkannt wurden, wiesen bei weitem nicht alle eine makroskopische Kavitation auf (BILLE & THYLSTRUP 1982). Die aus der Literatur zur Verfügung stehenden Angaben hierzu sind relativ weit gestreut. In einer Studie an approximalen Flächen bleibender Zähne von Kindern und Jugendlichen wurde gezeigt, dass 40,9% der Läsionen in der äusseren und 100% der in der inneren Dentinhälfte lokalisierten Läsionen klinisch eine Kavitation aufwiesen (PITTS & RIMMER 1992). Im Rahmen von Untersuchungen dänischer Zahnärzte wurde festgestellt, dass die häufigsten operativen Therapiemassnahmen an approximalen Flächen in einem Stadium vorgenommen wurden, das einer Kavitation voranging. Nur 10% der behandelten Läsionen wiesen eine echte Kavitation auf (THYLSTRUP et al. 1986). Bei Dentinläsionen mit intakter Oberfläche betrug das Risiko einer Kavitation nach den ersten 1,5 Jahren etwa 22% (HINTZE et al. 1999).

Ein weiterer Faktor bei der Diagnose ist die Remineralisierung von Läsionen. Bei Betrachtung der Oberflächen ergab sich in einer Studie, dass nur 4% der beobachteten Kariesrückbildungen im äusseren Dentin ihren Ursprung nahmen, die übrigen waren im Schmelz lokalisiert (LITH et al. 2002a). Die Angaben weisen auf das Problem hin, einen geeigneten Schwellenwert für invasive Massnahmen zu finden.

## Schwellenwert für eine invasive Therapie

Es stellt sich die Frage, zu welchem Zeitpunkt die Kariesprogression durch eine invasive Therapie zu unterbinden ist. Unter Be-

rücksichtigung verschiedener Studien gaben KIELBASSA et al. (2003) eine Empfehlung für den Therapieentscheid. Eine präventive Therapieausrichtung sollte demzufolge bei schmelzbegrenzten Läsionen erfolgen, wenn keine Kariesaktivität vorliegt. Wird bei niedriger Kariesaktivität die Schmelz-Dentin-Grenze erreicht, sollte das Fortschreiten mittels Kariesmonitoring überwacht werden. Eine Füllungstherapie sollte erst nach gründlichem Abwägen erfolgen, da auch eine optimal gelegte Füllung nur eine begrenzte Lebensdauer hat. In diesem Zusammenhang ist auch das Risiko iatrogenen Schäden anzumerken. Bei konventioneller Präparation approximaler Kästen sind Schäden an Nachbarzähnen nachweisbar. Auch unter Zuhilfenahme von Vergrößerungsmitteln können solche Schäden nicht verhindert werden (LUSSI & GYGAX 1998, LUSSI et al. 2003b).

Bei einer Läsion in der inneren Schmelzhälfte und erhöhtem Kariesrisiko wird insbesondere bei Milchmolaren eine invasive Therapie in Betracht gezogen. Wird die Schmelz-Dentin-Grenze um mehr als 0,5 mm überschritten, ist in jedem Fall ein invasives Vorgehen angezeigt (KIELBASSA et al. 2003).

Es stellt sich die Frage, wann Bissflügel-aufnahmen angefertigt werden sollten und inwieweit eine individuelle Festlegung der Intervalle von Bissflügeluntersuchungen sinnvoll ist.

### Gesichtspunkte der Strahlenexposition

Bei röntgenologischen Untersuchungen wird der Patient stark ionisierender Strahlung ausgesetzt. Nach § 25 der Deutschen Röntgenverordnung (1987) soll die Strahlenexposition so weit wie möglich eingeschränkt werden, so weit dies technisch möglich ist und mit den diagnostischen Erfordernissen vereinbar ist. Die Vermeidung nicht unbedingt erforderlicher Aufnahmen ist daher geboten.

Zwar weist die Strahlenexposition von Bissflügel-Röntgenstaten nur einen Bruchteil der mittleren Strahlenexposition in Deutschland auf, dennoch sollten Massnahmen zur Strahlenreduktion getroffen werden (VISSER et al. 2000a).

Um verschiedene Methoden auf ihre Strahlenexposition hin zu untersuchen, wurden in einer Studie die in den entsprechenden Geweben aufgenommenen Energiedosen bei konventionellen und digitalen Bissflügelstaten miteinander verglichen. Es zeigte sich, dass durch die untersuchten digitalen Verfahren mit Sensorchip- oder Speicherfoliensystemen beachtliche Dosisreduktionen zu erzielen waren. Konventionelle Bissflügelstaten wiesen insbesondere durch eine längere Belichtungszeit eine deutlich höhere Energiedosis auf. Zum Erreichen einer Dosisminimierung bei digitalen Verfahren ist jedoch eine günstige Abstimmung des Nutzstrahlbündels auf den Empfänger durch eine entsprechende Blende nötig (VISSER et al. 2000a). Dies gilt im Übrigen auch für die Anfertigung digitaler Zahnfilmstaten (VISSER et al. 2000b).

Die Genauigkeit von konventionellen Bissflügelfilmen und digitalen Aufnahmen ist vergleichbar (HAAK et al. 2001). Eine nachträgliche Digitalisierung von konventionellen Bissflügel-aufnahmen mittels Flachbettscanner ist möglich. Beste Ergebnisse wurden bei einer Auflösung von 300 d.p.i. erzielt (JANHOM et al. 2001). Es besteht auch die Möglichkeit der computergestützten Diagnose von Bissflügel-aufnahmen. Die Verwendung eines Karies-Detector-Programmes wurde bereits in einer Veröffentlichung untersucht, jedoch von den Autoren nicht empfohlen, da die Einschätzungen kariöser Stadien in Oberflächen variieren und die Genauigkeit nicht sehr hoch ist (WENZEL 2001).

Allgemein stellt sich bei der Möglichkeit der Nachbearbeitung digitaler Röntgenbilder jedoch die Frage, wie weit die wahrheits-

gemässe Aussagekraft möglicherweise verändert werden kann (RAMANATHAN 1999).

### Zeitliche Anordnung von Bissflügel-Röntgen-aufnahmen für ein präventives Konzept

In der Literatur sind viele Daten über die Prävalenz und Progression bzw. der so genannten mittleren Überlebensdauer bestimmter Stadien kariöser Läsionen zu finden. Die Abbildungen 2a) und b) sollen den Prozess der Progression anhand eines klinischen Beispiels veranschaulichen.

In einigen umfangreichen Übersichtsartikeln wurde die Planung von Bissflügel-Röntgenuntersuchungen diskutiert, indem die Ergebnisse mehrerer Studien und Stellungnahmen zusammengetragen und, soweit möglich, miteinander verglichen wurden (PITTS 1983, SCHWARTZ et al. 1984). Es wurden von mehreren Autoren Konzepte beschrieben, die von einer Erstuntersuchung mit Einteilung des Patienten in eine Kariesrisikogruppe ausgehen, woraufhin sich Kontrolluntersuchungen anschliessen. Im Folgenden werden einige Konzepte aufgeführt. Es soll allerdings nicht jede klinische auch zwingend eine röntgenologische Kontrolluntersuchung beinhalten (PITTS 1992).

### Empfehlungen für den frühestmöglichen Einsatz von Bissflügel-Röntgen-aufnahmen

In der Literatur gibt es verschiedene Empfehlungen für ein geeignetes Alter zum Einsatz von Bissflügel-Röntgen-aufnahmen

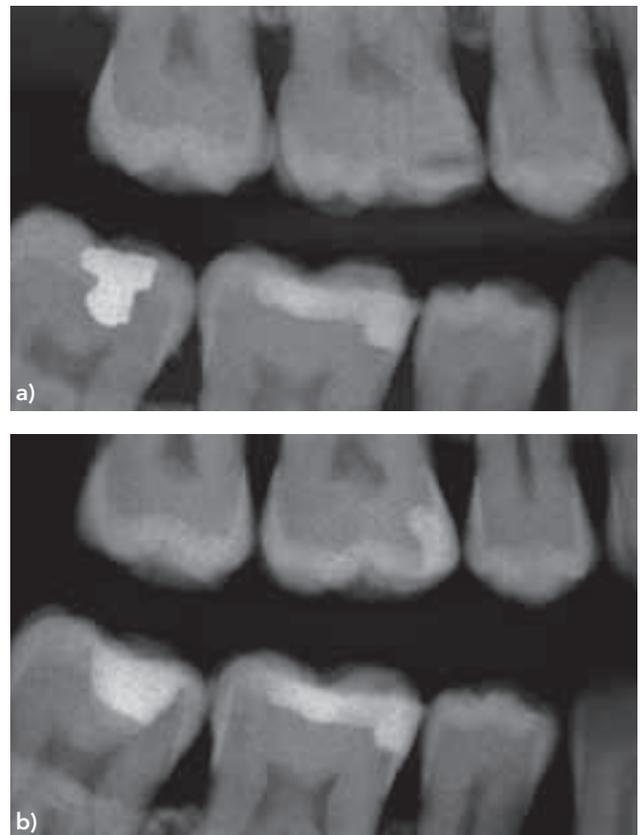


Abb. 2 Bissflügel-Röntgenaufnahme einer 41-jährigen Patientin. a) An Zahn 15 ist distal eine Aufhellung zu erkennen; b) röntgenologische Situation nach zirka zwei Jahren. Die Läsion ist offensichtlich vorangeschritten.

(MEJÄRE 2003, KIDD et al. 2003). Es ist zu berücksichtigen, dass bei den Empfehlungen Studien mit teilweise unterschiedlichen Prophylaxe-Grund-Programmen zu Grunde liegen. Auch Versuchsdesign und Faktoren der Studienpopulationen sind in den verschiedenen Studien häufig nicht identisch.

Das Alter des Patienten, in dem die erste Bissflügeluntersuchung empfohlen wird, variiert bei den Autoren oftmals sehr deutlich. Besonders im Hinblick auf Röntgenuntersuchungen bei sehr jungen Patienten liegen unterschiedliche Meinungen vor. Die ersten vier bis fünf Jahre nach dem Durchbruch der Zähne werden als Hochrisikozeit für die Entstehung von Karies an den Approximalfächern von Heranwachsenden bzw. jungen Erwachsenen angesehen (STENLUND et al. 2002).

Nach einer Empfehlung von PITTS & KIDD (1992) sollten eine initiale Untersuchung durchgeführt und die Patienten einer hohen, mittleren oder niedrigen Risikogruppe zugeordnet werden. Hierzu dient u. a. eine umfassende Einschätzung des Kariesrisikos mit Bestimmung von Speichelfliessrate, Pufferkapazität sowie Konzentrationen von *Streptococcus mutans* und Laktobazillen. Die Patienten werden in Altersgruppen von drei bis sechs Jahren, sieben bis 13 Jahren, 14 bis 17 Jahren, 18 bis 25 Jahren, 26 bis 55 Jahren, 56 bis 70 Jahren und über 70 Jahren eingeteilt (PITTS & KIDD 1992). Wie beschrieben wird empfohlen, Speicheltests zur Bestimmung des Kariesrisikos mit in die Risikoanalyse einzubeziehen. Von einer erforderlichen flächendeckenden Verbreitung kann jedoch nicht ausgegangen werden. Zudem ist die Aussagekraft dieser Tests zur Kariesrisikoeinschätzung nicht unumstritten. Der Nachweis einer hohen *Streptococcus-mutans*-Konzentration im Speichel (Dentocult SM<sup>®</sup>) allein reicht zur Einteilung in ein mehr oder weniger intensives Präventionsprogramm nicht aus (SPLIETH & BERNHARDT 1999). Aus einer weiteren Untersuchung geht hervor, dass die Aussagekraft von Tests zur Bestimmung der Konzentration von Laktobazillen im Speichel (Dentocult LB<sup>®</sup>) hinsichtlich der Diagnose gegenwärtiger Läsionen und der Prognose der Progression von Läsionen unter der von Dentocult SM<sup>®</sup>-Tests zu sehen ist (SHI et al. 2003).

Die Tabelle II zeigt Empfehlungen zweier Veröffentlichungen mit Basisuntersuchungen in bestimmten Altersgruppen. Den Angaben liegen Studien zu Grunde, die die Altersgruppen für Kariesrisikoprognosen für geeignet halten (MEJÄRE 2003, ESPELID et al. 2003).

In einer Untersuchung von Approximalbereichen an zweiten Molaren der ersten Dentition und ersten Molaren der zweiten Dentition konnte bei neunjährigen Patienten gezeigt werden, dass 36% der distalen Flächen bei zweiten Molaren der ersten Dentition und 52% der mesialen bei ersten Molaren der zweiten Dentition ohne Läsionen bzw. Füllungen waren. Das Risiko der Entstehung einer röntgenologischen C3-Läsion stieg bei vorhandener röntgenologischer C2-Läsion um das Drei- bis Sechsfache an (MEJÄRE & STENLUND 2000).

In der Literatur gibt es weitere Angaben für einen Nutzen von Bissflügeluntersuchungen bei fünfjährigen Kindern (MOBERG SKÖLD et al. 1997, BOMAN et al. 1999, RAADAL et al. 2000). Gleichzeitig werden aber auch verbesserte Verfahren zur Erkennung und zum Ausschluss von Kindern, deren Kariesrisiko zu vernachlässigen ist, gefordert (KIDD et al. 2003). Das Alter für Basisröntgenuntersuchungen wurde auch in einer weiteren Veröffentlichung diskutiert. Kinder sollten demnach insbesondere bei geringem Kariesrisiko nicht von jungem Alter an jährlich geröntgt werden. Wenn die Bissflügelaufnahme bei sehr jungen Kindern dennoch für unverzichtbar gehalten wird, so sollte die Festlegung eines geeigneten Alters genauestens untersucht werden. Für die Altersgruppe von 12 bis 14 Jahren wird eine Bissflügeluntersuchung jedoch als sinnvoll erachtet (DE VRIES, et al. 1990, KIDD et al. 2003).

Auch in einer Veröffentlichung aus den Niederlanden wird die Altersgruppe 12- bis 14-jähriger Kinder als geeignet für eine Basisröntgenuntersuchung angesehen (POORTERMAN et al. 2002).

In einer Studie aus Dänemark hingegen kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass 14-jährige Kinder mit geringem Kariesrisiko nicht unbedingt von Bissflügel-Kontrolluntersuchungen profitieren (HINTZE & WENZEL 1994).

Es fällt auf, dass die Angaben aus der Literatur teilweise stark divergieren. Auf entsprechende Intervallempfehlungen wird im Folgenden eingegangen.

## Empfehlungen für Kontrollintervalle

Zu der Überlegung, in welchen Abständen geröntgt werden sollte, sind einige Empfehlungen veröffentlicht worden. Auch diese Angaben beruhen auf Studien teilweise unterschiedlicher Populationen und unter teilweise deutlich variierenden Rahmenbedingungen. Im Folgenden sind Empfehlungen aus drei verschiedenen Veröffentlichungen aufgeführt.

Die in Tabelle II und III zusammengefassten Daten zeigen Unterschiede auf. Daher sollen hier verschiedene Gesichtspunkte bei der Berechnung von Untersuchungszeitspannen miteinander verglichen werden. Ein wesentlicher Faktor bei der Berechnung entsprechender Intervalle ist die Kariesprogression. In Tabelle I

Tab. II Empfehlungen für Kontrollintervalle bei der Bissflügeluntersuchung (MEJÄRE 2003, ESPELID et al. 2003)

Alter	Intervalle bei hohem Kariesrisiko	Intervalle bei niedrigem Kariesrisiko
5 Jahre	1 Jahr	3 Jahre
8–9 Jahre	1 Jahr	3–4 Jahre
12–14 Jahre	1 Jahr	2 Jahre
Ab 16 Jahren	1 Jahr	3 Jahre

Tab. III Empfehlungen für Kontrollintervalle bei der Bissflügeluntersuchung (PITTS & KIDD 1992)

Alter	Intervalle bei hohem Kariesrisiko	Intervalle bei gemäßigtem Kariesrisiko	Intervalle bei niedrigem Kariesrisiko
3–6 Jahre	6 Monate	1 Jahr	2 Jahre
7–13 Jahre	6 Monate	1 Jahr	1–2 Jahre
14–17 Jahre	6 Monate	1 Jahr	2 Jahre
18–25 Jahre	6 Monate	1 Jahr	2 Jahre
26–55 Jahre	6 Monate	1 Jahr	4 Jahre
56–70 Jahre	6 Monate	1 Jahr	1–4 Jahre
71 Jahre und älter	6 Monate	1 Jahr	1–4 Jahre

sind Daten entsprechender Studien aufgeführt. Wenn anhand einer Basisuntersuchung vorhandene Läsionen klassifiziert werden, können Progressionsdaten einen Rahmen für sinnvolle Intervalle vorgeben. Auch die Möglichkeit einer Kariesrückbildung ist zu berücksichtigen, welche jedoch, wie bereits aufgeführt, sehr gering ist (LITH et al. 2002a). Wichtig ist allerdings, dass die Progression insbesondere der Schmelzkaries, entsprechend der in Tabelle I angegebenen Daten, offenbar relativ langsam ist. In einer Untersuchung dänischer Jugendlicher von 13 bis 15 Jahren wurde angegeben, dass 86% der Schmelzläsionen im Schmelz und 94% der Oberflächen unverändert blieben. Von den Oberflächen, die vorher ohne Läsion waren, blieben 95,3% auch mit 15 Jahren unverändert (BILLE & CARSTENS 1989). Aus einer weiteren Studie geht hervor, dass dort von den untersuchten Patienten mit 14 Jahren 38% der männlichen und 24% der weiblichen Patienten noch ohne kariösen Befund waren (GUSTAFFSSON et al. 2000). In vielen Fällen genügen Kontrollintervalle von mehr als einem Jahr, ohne dass ein grosses Risiko eingegangen wird, Läsionen zu übersehen (LITH & GRÖNDAL 1992). ZAMIR et al. (1976) kamen zu dem Schluss, dass Bissflügel- und Bissflügel-Röntgenaufnahmen häufiger als alle zwei Jahre nicht nötig seien, da eine Schmelzläsion in dieser Zeit i.d.R. das Dentin nicht erreicht.

### Wichtige Faktoren für die Berechnung von Kontrollintervallen

Unterschiedliche Meinungen herrschen auch in der Frage, inwieweit vorangegangene Läsionen und Restaurationen eines Patienten in die Berechnungen mit eingehen sollten. Der Berücksichtigung vorangegangener kariöser Läsionen messen die Autoren einer bereits aufgeführten Studie an 14- bis 19-jährigen Patienten keine grosse Bedeutung zu. Die individuelle Berechnung von Zeitpunkten für die Röntgenuntersuchung sollte demnach eher die Ausnahme sein (GUSTAFFSSON et al. 2000).

Andere Autoren gehen wiederum von der Notwendigkeit der Einbeziehung vorhandener Läsionen in die Planung der Untersuchungsintervalle aus. Es wird angenommen, dass Anzahl und Ausdehnung diagnostizierter Läsionen Hinweise auf den geeigneten Zeitpunkt der nächsten Untersuchung geben können (LITH & GRÖNDAL 1992). Es scheint auch einer weiteren Veröffentlichung nach eine Beziehung zwischen vorangegangenen Läsionen und der Wahrscheinlichkeit, neue zu entwickeln, vorzuliegen (LITH et al. 2002b). Untersucht wurden Patienten zwischen sechs und 19 Jahren, die einer Trinkwasserfluoridierung von 1,2 ppm ausgesetzt waren. Das Risiko neuer Läsionen war bei Patienten mit vorhandener Schmelzkaries höher als bei denen ohne vorherige Läsionen (LITH et al. 2002b).

Generell wurde die Kariesprogression bei Patienten über 25 Jahren weniger, die bei jüngeren Patientengruppen deutlich häufiger untersucht (PITTS 1983). Auch heutzutage stehen entsprechende Daten häufiger von jüngeren Patienten zur Verfügung. In einer umfangreichen Studie, die an Patienten aus den USA, ohne Trinkwasserfluoridierung, und aus Schweden, mit Trinkwasserfluoridierung, durchgeführt wurde, trat ein Unterschied in der Progression kariöser Läsionen auf. In Populationen mit Trinkwasserfluoridierung war die Progression langsamer. Es wird daher ein entsprechender Zusammenhang zwischen Fluoridierungsmassnahmen und Kariesprogression angenommen (SCHWARTZ et al. 1984).

Je nach Design der zu Grunde liegenden Studie zeigen sich ebenso Unterschiede in der Bewertung von Diagnoseverfahren (VAN RIJKOM & VERDONSCHOT 1995). Um ein Konzept für die

Bissflügeluntersuchung zu erstellen, ist es offenbar sinnvoll, Faktoren wie die lokale Fluoridierung und die Trinkwasser- oder Speisesalzfluoridierung zu berücksichtigen. Es stellt sich die Frage, inwieweit die unterschiedlichen Progressionsdaten bei der Berechnung von Altersgruppen für Basisuntersuchungen und Kontrollintervalle berücksichtigt werden können.

### Schlussfolgerungen

Um ein Konzept für die röntgenologische Approximalraumuntersuchung zu erstellen, bedarf es offenbar der Unterscheidung der Fluoridprophylaxe, des individuellen Kariesrisikos (Speicheltest, Ernährung, Läsionen, Füllungen) sowie der populationspezifischen Daten für Prävalenz und Inzidenz für das Gebiet, in dem die Empfehlung gelten soll. Zur Auswertung und Verwendung der Daten der in der Literatur erhältlichen Studien sind ebenfalls gründlich die Bedingungen der untersuchten Populationen, beispielsweise Trinkwasser- und Speisesalzfluoridierung und Design der Untersuchungen, zu vergleichen.

Untersuchungen in Bezug auf die Progression und Prävalenz sollten an Populationen durchgeführt werden, die an entsprechend vergleichbaren öffentlichen Fluoridierungssystemen teilnehmen. Ebenso sollten einheitliche Richtlinien für präventive Massnahmen bei entsprechenden Kariesbefunden gelten, um mit Bissflügeluntersuchungen einen sinnvollen Beitrag für die präventive Zahnheilkunde erreichen zu können.

Zusammenfassend lassen sich aus den Daten der entsprechenden Untersuchungen Rückschlüsse für den Einsatz von Röntgenbissflügel- und Bissflügel-Röntgenaufnahmen ziehen. Es muss abgewogen werden, ob schon bei sehr jungen Kindern Röntgenbissflügel- und Bissflügel-Röntgenaufnahmen indiziert sind. Der Einsatz entsprechender Röntgenuntersuchungen bei fünfjährigen Kindern wird in der Literatur verschieden diskutiert. Insbesondere bei dieser Altersgruppe ist die Indikation streng zu stellen. Bis zum Durchbruch zweiter Molaren der zweiten Dentition sollte die Indikation von dem jeweiligen Kariesrisiko der zu untersuchenden Zähne abhängig gemacht werden. Auch die Vermeidung nicht unbedingt notwendiger Röntgenstrahlung ist zu berücksichtigen. Da die ersten zwei bis drei Jahre nach Durchbruch und Einstellung von approximalen Kontakten bei Heranwachsenden und jungen Erwachsenen als Hochrisikozeit für proximale Läsionen gilt, sollten mit 15 oder 16 Jahren Röntgenbissflügel- und Bissflügel-Röntgenaufnahmen angefertigt werden (STENLUND et al. 2002, MEJARE 2003). Folgeuntersuchungen sollten vom Lebensalter und dem jeweiligen Kariesrisiko abhängig gemacht werden, wobei Anzahl und Ausdehnung vorhandener Läsionen zu berücksichtigen sind. Bei einem Erwachsenen mit niedrigem Kariesrisiko und ohne kariöse Läsionen wird ein Intervall von drei Jahren als ausreichend angesehen.

### Summary

STODT T, ATTIN T: **Bitewing examinations as a part of preventive dentistry – a review** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 114: 882–889 (2004)

For an optimal treatment of approximal caries lesions it is important to rely on a safe diagnosis. Bitewing examinations are an aid for detecting hidden lesions in the approximal surfaces. Other techniques for this purpose are fibre-optic transillumination (FOTI), digital imaging fibre-optic transillumination (DIFOTI), electric resistance measurement, laser fluorescence measurement and tooth separating. Since no direct view on approximal surfaces is feasible the detection of approximal lesions in the clinical examination is mostly insufficient.

For a systematical controlling of the different grades of caries lesions, a time schedule for examinations is useful. For such a schedule, a couple of factors, such as caries risk of the patient or fluoridations, seem to be important.

This article gives a survey of recommendations found in the literature to optimise the arrangement of bitewing examination in the therapeutical concept of caries monitoring and treatment planning.

## Résumé

Afin de pouvoir mettre en œuvre un traitement approprié des divers stades de la carie dentaire, un diagnostic précis est primordial.

Or, les lésions carieuses proximales sont souvent indécélables à l'examen clinique direct en raison de leur accès difficile. Le cliché occlusal est dès lors une technique qui permet de diagnostiquer les caries proximales non décelables à partir de la face triturante au niveau des prémolaires et des molaires.

Pour un contrôle systématique des lésions carieuses, on préconise une planification dans le temps des examens radiologiques afin de retirer de ceux-ci un bénéfice maximal pour un minimum d'irradiation. Pour l'élaboration d'un tel plan, il faut tenir compte de la vitesse d'évolution des caries qui est variable. Il est par ailleurs probable que les apports de fluor permettent de ralentir l'évolution des caries.

Le présent article est destiné à fournir une vue d'ensemble des recommandations que donnent les publications en matière de planification des examens radiologiques occlusaux et à indiquer les facteurs importants à prendre en considération dans l'interprétation des clichés occlusaux.

## Literaturverzeichnis

- BILLE J, THYLSTRUP A: Radiographic diagnosis and clinical tissue changes in relation to treatment of approximal carious lesions. *Caries Res* 16: 1–6 (1982)
- BILLE J, CARSTENS K: Approximal caries progression in 13- to 15-year-old Danish children. *Acta Odontol Scand* 47: 347–354 (1989)
- BOMAN R, ENOCHSSON B, MEJÅRE I: Use of bitewing radiography in 5-year-olds judged as caries-free by visual inspection only. *J Swedish Dent Assoc* 91: 37–40 (1999)
- CÓRTEZ D F, ELLWOOD R P, EKSTRAND K R: An in vitro comparison of a combined FOTI/Visual examination of occlusal caries with other caries diagnostic methods and the effect of stain on their diagnostic performance. *Caries Res* 37: 8–16 (2000)
- DOWNER M C, KAY E J: Restorative treatment decisions from bitewing radiographs- performance of dental epidemiologists and general dental practitioners. *Community Dent Oral* 24: 101–105 (1996)
- DOWNER M C: How often should we take bitewing radiographs? *Dentomaxillofac Radiol* 29: 191–194 (2000)
- ESPELID I, TVEIT A B, FYELLVEIT A: Variations among dentists in radiographic detection of occlusal caries. *Caries Res* 28: 169–175 (1994)
- ESPELID I, MEJÅRE I, WEERHEIJM K: EAPD guidelines for use of radiographs in children. *Eur J Paediatr Dent* 4: 40–48 (2003)
- FIRESTONE A R, LUSSI A, WEEMS R A, HEAVEN T J: The effect of experience and training on the diagnosis of approximal coronal caries from bitewing radiographs. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 104: 719–723 (1994)
- GUSTAFSSON A, SVENSON B, EDLAD E, JANSSON L: Progression rate of approximal carious lesions in Swedish teenagers and the correlation between caries experience and radiographic behaviour. *Acta Odontol Scand* 58: 195–200 (2000)
- HAAK R, WICHT M J, NOACK M J: Conventional, digital and contrast-enhanced bitewing radiographic in the decision to restore approximal carious lesions. *Caries Res* 35: 193–199 (2001)
- HINTZE H, WENZEL A: Clinical undetected dental caries assessed by bitewing screening in children with little caries experience. *Dentomaxillofac Radiol* 23: 19–23 (1994)
- HINTZE H, WENZEL A, DANIELSEN B: Behaviour of approximal carious lesions assessed by clinical examination after tooth separation and radiography: A 2,5-year longitudinal study in young adults. *Caries Res* 33: 415–422 (1999)
- HINTZE H: Approximal caries prevalence in Danish recruits and progression of caries in the late teens: A retrospective radiographic study. *Caries Res* 35: 27–36 (2001)
- JANHOM A, VAN GINKEL J P, VAN AMERONGEN J P, VAN DER STELT P F: Scanning resolution and the detection of approximal caries. *Dentomaxillofac Radiol* 30: 166–171 (2001)
- KIDD E A M, MEJÅRE I, NYVAD B: Clinical and radiographic diagnosis. In: FEYERSKOV O & KIDD E A M (Hrsg.): *Dental caries. the disease and its clinical management*. Blackwell Munksgaard, Oxford, pp 111–128 (2003)
- KIELBASSA A M, MEYER-LÜCKEL H, LUSSI A: Diagnose und Therapieentscheid bei der approximalen Karies. In: HEIDEMANN D (Hrsg.): *Deutscher Zahnärzte Kalender 2003*. Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln, pp 37–58 (2003)
- LITH A, GRÖNDAHL H G: Intervals between bitewing examinations in young patients when applying a radiologic algorithm. *Community Dent Oral Epidemiol* 20: 181–186 (1992)
- LITH A, LINDSTRAND C, GRÖNDAHL H G: Caries development in a young population managed by a restrictive attitude to radiography and operative intervention: II. A study at the surface level. *Dentomaxillofac Radiol* 31: 232–239 (2002a)
- LITH A, LINDSTRAND C, GRÖNDAHL H G: Caries development in a young population managed by a restrictive attitude to radiography and operative intervention: I. A study at the patient level. *Dentomaxillofac Radiol* 31: 224–231 (2002b)
- LUSSI A, HOTZ P: Die Approximal- und Glattflächenkaries. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 105: 1439–1444 (1995)
- LUSSI A, GYGAX M: Iatrogenic damage to adjacent teeth during classical approximal box preparation. *J Dent* 26: 435–441 (1998)
- 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* 109: 14–19 (2001)
- LUSSI A, FRANCESCUT P: Performance of conventional and new methods for the detection of occlusal caries in deciduous teeth. *Caries Res* 37: 2–7 (2003)
- LUSSI A, FRANCESCUT P, SCHAFFNER M: Neue und konventionelle Methoden zur Diagnose der Fissurenkaries. *Quintessenz* 54: 1037–1046 (2003a)
- LUSSI A, KRONENBERG O, MEGERT B: The effect of magnification on the iatrogenic damage to adjacent tooth surfaces during class II preparation. *J Dent* 31: 291–296 (2003b)
- MEJÅRE I, KÄLLESTÅL C, STENLUND H: Incidence and progression of approximal caries from 11 to 22 years of age in Sweden: A prospective radiographic study. *Caries Res* 33: 93–100 (1999)
- MEJÅRE I, STENLUND H: Caries rates for the mesial surface of the first permanent molar and the distal surface of the second primary molar from 6 to 12 years of age in Sweden. *Caries Res* 34: 454–461 (2000)

- MEJÅRE I: Bitewing radiography as an aid in caries diagnosis and treatment decision in children and adolescents. *Oralprophylaxe* 25: 66–71 (2003)
- MOBERG SKÖLD U, KLOCK B, LINDVALL A M: Differences in caries recording with and without bitewing radiographs. A study on 5-year-old children in the country of Bohuslän, Sweden. *Swed Dent J* 21: 69–75 (1997)
- PEERS A, HILL F J, MITROPOULOS C M, HOLLOWAY P J: Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bitewing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions: An in vitro study. *Caries Res* 27: 307–311 (1993)
- PITTS N B: Monitoring of caries progression in permanent and primary posterior approximal enamel by bitewing radiography. *Community Dent Oral Epidemiol* 11: 228–235 (1983)
- PITTS N B: Systems for grading approximal carious lesions diagnosed from bitewing radiographs: Proposals for future standardization. *Community Dent Oral Epidemiol* 12: 114–122 (1984)
- PITTS N B, KIDD E A M: The prescription and timing of bitewing radiography in the diagnosis and management of dental caries: contemporary recommendations. *Br Dent J* 21: 225–227 (1992)
- PITTS N B, RIMMER P A: An in vivo comparison of radiographic and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries Res* 26: 146–152 (1992)
- PITTS N B: The use of bitewing radiographs in the management of dental caries: scientific and practical considerations (Review article). *Dentomaxillofac Radiol* 25: 5–16 (1996)
- POORTERMAN J H G, WEERHEIJM K L, GROEN H J, KALSBEK H: Clinical and radiographic judgement of occlusal caries in adolescents. *Eur J Oral Sci* 108: 93–98 (2000)
- POORTERMAN J H G, AARTMAN I H A, KIEFT J A: Radiographic prevalence of approximal enamel lesions and relationship with dentine lesions and restorations in Dutch adolescents. *Int Dent J* 52: 15–19 (2002)
- POORTERMAN J H G, WEERHEIJM K L, AARTMAN I H A: Radiographic dentinal caries and its progression in occlusal surfaces in Dutch 17-year-olds: A 6-year longitudinal study. *Caries Res* 37: 29–33 (2003)
- RAADAL M, AMARANTE E, ESPELID I: Prevalence, severity and distribution of caries in a group of 5-year-old Norwegian Children. *Eur J Paediatr Dent* 1: 13–20 (2000)
- RAMANATHAN G P: Diagnosis of dentinal caries; a comparison of three radiographic viewing techniques. *Clin Pediatr Dent* 23: 235–245 (1999)
- RUDOLPHY M P, VON AMEROGEN J P, PENNING C, TEN CATE J M: Validity of bitewings for diagnosis of secondary caries in teeth with occlusal amalgam restorations in vitro. *Caries Res* 27: 312–316 (1993)
- RUDOLPHY M P, VON AMEROGEN J P, TEN CATE J M: Radiopacities in dentine under amalgam restorations. *Caries Res* 28: 240–245 (1994)
- SCHWARTZ M, GRÖNDAHL H G, PLISKIN J S, BOFFA J: A longitudinal analysis from bitewing radiographs of the rate of progression of approximal carious lesions through human dental enamel. *Archs Oral Biol* 29: 529–536 (1984)
- SHI S, DENG Q, HAYASHI Y, YAKUSHIJI M, MACHIDA Y, LIANG Q: A follow-up study on three activity tests. *J Clin Pediatr Dent* 27: 359–365 (2003)
- SPLIETH C, BERNHARDT O: Prediction of caries development for molar fissures with semiquantitative mutans streptococci tests. *Eur J Oral Sci* 107: 164–169 (1999)
- STENLUND H, MEJÅRE I, KÄLLESTÅL C: Caries rates related to approximal caries at ages 11–13: A 10-year follow-up study in Sweden. *J Dent Res* 81: 455–458 (2002)
- THYLSTRUP A, BILLE J, QVIST V: Radiographic and observed tissue changes in approximal carious lesions at the time of operative treatment. *Caries Res* 20: 75–84 (1986)
- VAARKAMP J, TEN BOSCH J J, VERDONSCHOT E H, BRONKHORST E M: The real performance of bitewing radiography and fiber-optic transillumination in approximal caries diagnosis. *J Dent Res* 79: 1747–1751 (2000)
- VAN RIJKOM H M, VERDONSCHOT E H: Factors involved in validity measurements of diagnostic tests for approximal caries – A Meta-Analysis. *Caries Res* 29: 364–370 (1995)
- VERDONSCHOT E H, BRONKHORST E M, BURGERSDIJK R C W, KÖNIG K G, SCHAEKEN M J M, TRUIN G J: Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. *Caries Res* 26: 59–64 (1992)
- DE VRIES H C B, RUIKEN H M H M, KÖNIG K G, VAN'T HOF M A: Radiographic versus clinical diagnosis of approximal carious lesions. *Caries Res* 24: 364–370 (1990)
- VISSER H, HERMANN K P, KÖHLER B: Bissflügelstaten mit digitalen und konventionellen Bildempfängern. *Zahnärztl Welt* 109: 671–676 (2000a)
- VISSER H, HERMANN K P, KÖHLER B: Dosisreduktion bei digitalen Zahnfilmstaten. *Dtsch Zahnärztl Z* 55: 494–496 (2000b)
- WENZEL A: Computer-Automated Caries Detection in Digital Bitewings: Consistency of a Program and its Influence on Observer Agreement. *Caries Res* 35: 12–20 (2001)
- WRBAS K T, KIELBASSA A M, SCHULTE-MÖNTING J, HELLWIG E: Die Reproduzierbarkeit und Aussagekraft des Bissflügelbefundes. *Dtsch Zahnärztl Z* 53: 501–506 (1998)
- ZAMIR T, FISHER D, FISHEL D, SHARAV Y: A longitudinal radiographic study of the rate spread of human approximal dental caries. *Archs Oral Biol* 21: 523–526 (1976)