

Falk Schwendicke, Gerd Göstemeyer

# Approximale Kariesversiegelung und Kariesinfiltration: Anwendung und Wirksamkeit

## Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Kariesversiegelung und Kariesinfiltration sind wirksame Behandlungen für kavitierte Approximalkaries. Zahnärzte sollten beide Therapien in ihrem Behandlungskonzept berücksichtigen.

**Einleitung:** Kariesversiegelung und Kariesinfiltration sind innovative Konzepte zur Behandlung früher Läsionen. Gerade für proximale Karies haben sie diverse Vorteile gegenüber einem rein invasiv-restaurativen Vorgehen. Der Artikel wird beleuchten, ob beide Therapien bereits als nachweislich wirksam angesehen werden können und Behandlungsindikationen darlegen.

**Methode:** Das Konzept der Kariesversiegelung und -infiltration wird erläutert. Die Indikationsstellung wird beschrieben und Limitationen beider Techniken diskutiert. Die vorhandenen klinischen Studien zur Wirksamkeit beider Techniken werden ausgehend von einer kürzlich veröffentlichten systematischen Übersichtsarbeit vorgestellt und bewertet. Ergebnisse einer Meta-Analyse werden ebenfalls dargestellt.

**Ergebnisse:** Sowohl die Kariesversiegelung als auch die Kariesinfiltration sind nachweislich wirksam zur Arretierung früher, nicht kavittierter Approximalkaries. Insgesamt stehen 13 randomisiert kontrollierte Studien zur Verfügung, die eine oder beide Therapien gegen non-invasive Alternativen (Fluoridierung, Zahnseideempfehlung) testeten. Insgesamt wurden 486 Patienten (mittleres Alter 15 Jahre) in den Studien behandelt und über 25 (Min./Max. 12/36) Monate nachverfolgt. Die Versiegelung und Infiltration reduzierte im Vergleich zu non-invasiven Alternativen das Risiko einer Läsionsprogression um 75 % (Odds Ratio; 95 % Konfidenzintervall: 0,25; 0,18–0,32). Dabei war die Infiltration mit hoher Wahrscheinlichkeit (80 %) die wirksamste Therapie; allerdings hat nur eine Studie den direkten Vergleich von Kariesversiegelung und Infiltration angetreten. Die Indikationsstellung für beide Techniken setzt eine eingehende klinische und oft auch röntgenologische Diagnostik voraus.

**Schlussfolgerungen:** Zahnärzte sollten Kariesversiegelung und Kariesinfiltration in ihrem Behandlungskonzept berücksichtigen. Beide Therapien sind nachweislich oft wirksamer als non-invasive Alternativen und gleichzeitig geeignet, restaurative Maßnahmen zu verhindern oder verzögern.

**Schlüsselwörter:** Approximalkaries; evidenzbasierte Zahnmedizin; Karies; Kunststoffe; mikro-invasive Therapien; Restaurationen

Charité – Universitätsmedizin Berlin, Abteilung für Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin, Aßmannshäuser Str. 4–6, 14197 Berlin: PD Dr. Falk Schwendicke, Dr. Gerd Göstemeyer

**Zitierweise:** Schwendicke F, Göstemeyer G: Approximale Kariesversiegelung und Kariesinfiltration: Anwendung und Wirksamkeit. Dtsch Zahnärztl Z 2019; 74: 402–408

**Peer-reviewed article:** eingereicht: 07.08.2018, revidierte Fassung akzeptiert: 10.12.2018

DOI.org/10.3238/dzz.2019.0402–0408

## Approximate caries sealing and caries infiltration: application and efficacy

**Objectives:** Caries sealing and infiltration are innovative concepts for managing early caries lesions. Especially on proximal surfaces, these methods have advantages over traditional restorative care. This article will evaluate the efficacy of both strategies and discuss their indications.

**Methods:** The concepts underlying sealing and infiltration are described. The indications and limitations of both strategies are discussed. The efficacy of sealing and infiltration is assessed based on a recently published systematic review and meta-analysis.

**Results:** Both sealing and infiltration are efficacious for arresting proximal caries lesions. A total of 13 randomized trials investigated one or both strategies against non-invasive strategies (e.g. fluoride varnish application, flossing instructions) for arresting lesions. Overall 486 patients (mean age 15 years) were treated and followed over 25 (min./max. 12/36) months. Sealing and infiltration reduced the risk of lesion progression by 75 % compared against non-invasive treatment (Odds Ratio; 95 % CI: 0.25; 0.18–0.32). Infiltration had a high chance (80 %) of being most efficacious. Rigorous clinical and often also radiographic diagnostics are required prior to applying both strategies.

**Conclusions:** Dentists should consider sealing and infiltration in their daily practice, as both are efficacious and useful for avoiding or postponing the need for restorative therapy.

**Keywords:** approximal caries; evidence-based dentistry; caries; resins; micro-invasive therapies; restorations

### Kariestherapie = Restauration?

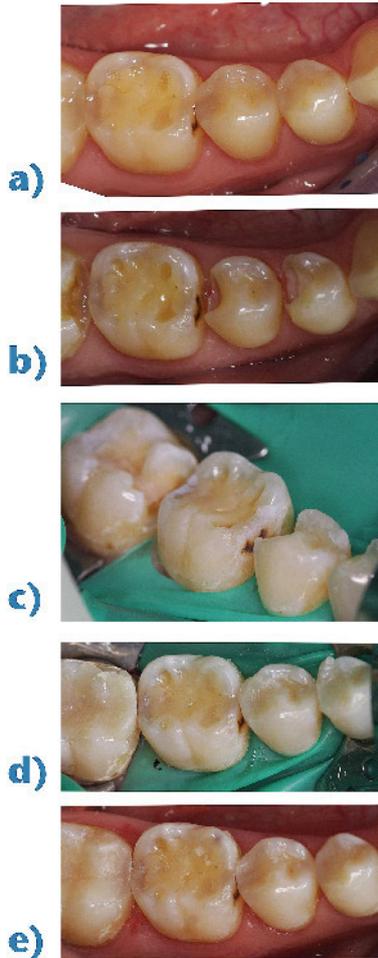
Basierend auf einem Verständnis von Karies als Infektionserkrankung, deren Erreger (z.B. *Streptococcus mutans*) vollständig entfernt werden muss, um eine „Heilung“ zu erwirken, wurden kariöse Läsionen für Jahrzehnte vor allem restaurativ therapiert. Ausgehend von diesem Verständnis war dies einerseits folgerichtig, andererseits aber auch dadurch gerechtfertigt, dass nahezu ausschließlich kavitierte kariöse Läsionen detektiert und therapiert wurden; diese benötigen fast immer eine restaurative Behandlung (u.a. auch zur funktionellen und ästhetischen Rehabilitation des Zahns). Sowohl das Verständnis als auch die klinische Manifestation von Karies haben sich jedoch dramatisch gewandelt [15].

Karies wird heute als Resultat eines ökologischen Ungleichgewichts verstanden, bei dem ein aktiver kariogener Biofilm vor allem durch äußere Faktoren bedingt wird. So kann eine häufige Zufuhr fermentierbarer Kohlenhydrate dazu führen, dass azidogene (säurebildende) und azidurische (säuretolerierende) Bakterien innerhalb des Biofilms wettbewerbsfähiger werden und diesen schließlich dominieren. Das Ergebnis ist ein Biofilm, der bei Zuckerzufuhr schnell und nachhaltig eine pH-Wertabsenkung sowohl im Biofilm als auch auf der Zahnhartsubstanzoberfläche hervorruft. Diese nachhaltigen Phasen eines sauren pH-Werts führen wiederum zur Herauslösung von Mineralien aus den Zahnhartsubstanzen und dem Symptom der Erkrankung Karies, der klinisch detektierbaren kariösen Läsion

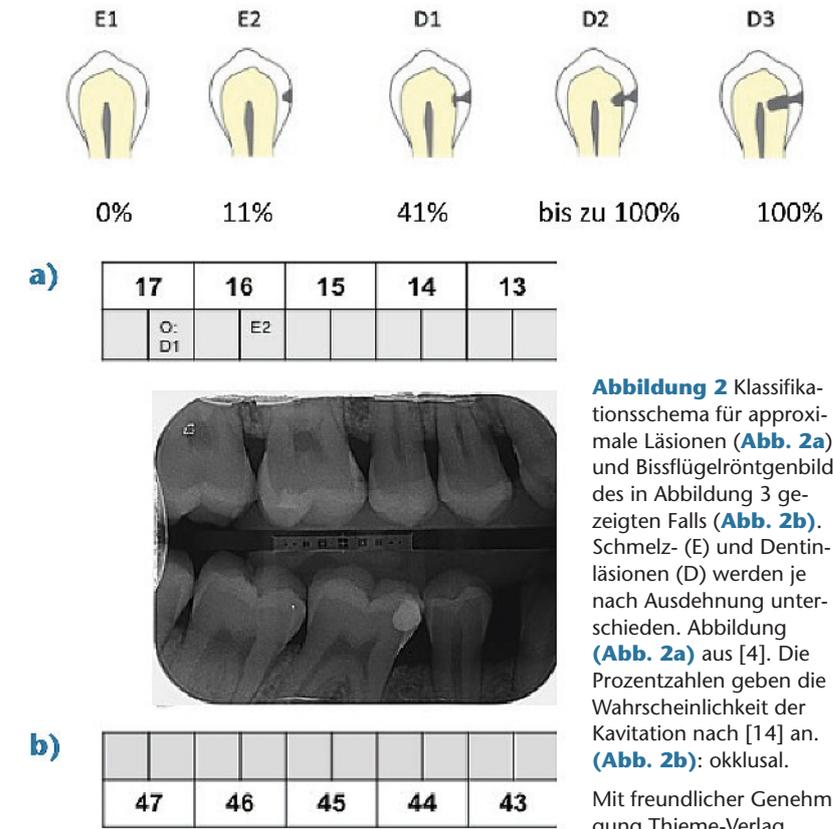
on [10, 16]. Basierend auf diesem Verständnis ist eine Entfernung aller Mikroorganismen aus kariösem Gewebe nicht zwingend nötig; stattdessen können gerade frühe kariöse Läsionen kausal therapiert werden, indem das Ungleichgewicht im Biofilm behoben wird. Dieses ist durch sogenannte non-invasive Therapien möglich; hierzu zählen beispielsweise die Biofilmbkontrolle mittels Mundhygienemaßnahmen oder chemischen Agentien, die Ernährungskontrolle durch Restriktion der Zufuhr freier Zucker und Einsatz von Zuckerersatz- bzw. -austauschstoffen sowie der Einsatz von Minerallieferanten wie Fluoriden oder Kalziumverbindungen [15].

Auch die Häufigkeit und das Spektrum an kariösen Läsionen, die heute durch Zahnärzte detektiert und behandelt werden, hat sich dramatisch geändert. Waren vor 30 Jahren bei deutschen 12-jährigen Kindern im Durchschnitt noch ca. 5 kavitierte Defekte bzw. Kariesfolgen (Restaurationen, fehlende Zähne) in der bleibenden Dentition zu verzeichnen, betrug dieser Wert im Jahr 2014 nur noch 0,5. Nur jedes 2. Kind wies 2014 statistisch gesehen eine kavitierte kariöse Läsion bzw. Restauration oder einen fehlenden Zahn auf [5]. Dieses wird auf zahlreiche Maßnahmen im Rahmen der Gruppen- und Individualprophylaxe zurückgeführt, ist aber sicher auch das Ergebnis eines gestiegenen Mundgesundheitsbewusstseins; Zahnputzen mit fluoridierter Zahnpasta ist beispielsweise gesellschaftliche Norm. Das Ergebnis ist kein vollständiges Verhindern von Karies und kariösen Läsionen, sondern vor allem eine Verzögerung der Läsionsentstehung und -progression. Zahlreiche Kinder weisen heute demnach keine oder nur wenige kavitierte kariöse Läsionen auf; stattdessen finden sich mehr Initialkariesläsionen, u.a. auch approximal [11]. Diese werden allerdings in den meisten epidemiologischen Studien nur bedingt erfasst, u.a. weil nur selten eine röntgenologische Diagnostik zusätzlich zur klinischen Untersuchung durchgeführt wird.

Zusammenfassend sind Zahnärzte heute vermehrt mit frühen, oftmals nicht kavitierten Läsionen konfrontiert. Für diese stehen, ausgehend von



**Abbildung 1** Restaurative Therapie und parallel dazu Versiegelung an 46. (**Abb. 1a**) Ausgangssituation im 4. Quadranten. An 46 ist mesial bereits eine Läsion zu erkennen. (**Abb. 1b**) Initiale Eröffnung an 44, 45 und 47, dabei Darstellung der nicht-kavitierten Läsion an 46. (**Abb. 1c**) Versiegelung 46. Zunächst wird der Schmelz für 30 Sekunden mit Phosphorsäure konditioniert, dann versiegelt. Hierfür wurde ein niedrig gefüllter Primer, gefolgt von einem gefüllten Adhäsiv (Optibond FL, Kerr) eingesetzt. Zur Maskierung der Läsion wäre auch ein Flowable-Komposit zur Versiegelung einsetzbar gewesen. Nach Lichthärtung der Versiegelung folgt die Politur; diese ist in diesem Fall gut und auch rotierend zu bewerkstelligen. (**Abb. 1d**) Nach Platzierung der Restauration. (**Abb. 1e**) Nach Restaurationspolitur. Die erosiv bedingten Zahnhartsubstanzdefekte wurden auf Wunsch des Patienten nicht versorgt; er war der Meinung, seine Ernährung (weitgehender Verzicht auf saure Getränke und Lebensmittel) ausreichend umgestellt zu haben, und wollte die Situation zunächst beobachten.



**Abbildung 2** Klassifikationschema für approximale Läsionen (**Abb. 2a**) und Bissflügelröntgenbild des in Abbildung 3 gezeigten Falls (**Abb. 2b**). Schmelz- (E) und Dentinläsionen (D) werden je nach Ausdehnung unterschieden. Abbildung (**Abb. 2a**) aus [4]. Die Prozentzahlen geben die Wahrscheinlichkeit der Kavitation nach [14] an. (**Abb. 2b**): okklusal.

Mit freundlicher Genehmigung Thieme-Verlag

dem veränderten Verständnis von Karies, zahlreiche nicht invasive Therapieoptionen zur Verfügung.

**Versiegelung als kariologisches Therapiekonzept**

Die geschilderten non-invasiven Therapien sind gerade für die Prävention von Karies in ihrer Wirksamkeit gut belegt [8, 9, 18, 19]. Zur Arretierung vorhandener Läsionen sind sie allerdings nur bedingt wirksam. Dieses ist vermutlich u.a. dem Fakt geschuldet, dass eine vorhandene Läsion gleichzeitig auch ein Zeichen für ein lokal oder allgemein ungünstiges Verhalten des betroffenen Individuums ist: Karies entsteht ja nur dann, wenn eine ausreichend lange Biofilmmaturation möglich ist und gleichzeitig wiederholt fermentierbare Kohlenhydrate zugeführt werden. Non-invasive Therapien wie die Ernährungs- oder Biofilmmaturation setzen ja aber genau darauf, dass das Individuum nachhaltig sein Verhalten ändert. Dieses ist nicht immer wahrscheinlich. Der Wunsch nach einer zuverlässigen und wirksamen Therapie früher ka-

riöser Läsionen führte daher zur Entwicklung weiterer non-restaurativer Therapieoptionen [6].

Vor allem die Kariesversiegelung rückte dabei in den Vordergrund. Die Kariesversiegelung zählt zu den mikro-invasiven Strategien. Bei diesen Strategien wird die Zahnoberfläche mittels Säuren konditioniert (z.B. Phosphorsäure im Rahmen der Schmelzätzung), wobei wenige Mikrometer Zahnhartsubstanz abgetragen werden. Anschließend wird die Versiegelung (aus Kunststoffen, Glasionomeren) als Diffusionsbarriere auf die Zahnoberfläche aufgebracht. Diese Barriere schützt die Zahnhartsubstanz und unterbindet die Diffusion von Säuren in die Zahnhartsubstanz und von Mineralien aus der Zahnhartsubstanz heraus. Versiegelungen werden heute vielfach, z.B. zur Therapie okklusaler Läsionen, aber auch approximal, eingesetzt [17].

**Von der Versiegelung zur Infiltration**

Die proximale Versiegelung installiert also eine Kunststoff- oder, selte-

ner, Glasionomerbarriere auf frühen kariösen Läsionen [3]. Die Kariesinfiltration ist eine Weiterentwicklung der Kariesversiegelung: Der poröse Charakter kariösen Schmelzes erlaubt es, die Kariesläsion mit dünnfließenden Kunststoffen zu durchdringen („infiltrieren“); der Schmelz „saugt“ sich durch den Kapillareffekt gleichsam mit Kunststoffen voll [13]. Wird dieser Kunststoff anschließend lichtpolymerisiert, funktioniert er genau wie die Versiegelung als Diffusionsbarriere; er schützt den Schmelz (und auch das darunterliegende Dentin) vor Säureattacken von außen und verhindert einen Mineralaustritt. Einziger Unterschied: Die Kariesinfiltration installiert demnach die Diffusionsbarriere im, nicht auf dem Schmelz.

### Indikationsstellung und Anwendung

Beide Techniken, Kariesversiegelung und Kariesinfiltration, sind für nicht kavitierte Läsionen entwickelt worden. Während eine Anwendung beispielsweise auch für bukkale Läsionen (an unteren Molaren o.Ä.) möglich ist, liegt die größere Relevanz gerade der Infiltration in der Behandlung approximaler Läsionen. Hier ist jedoch gerade die Diagnostik eine Herausforderung. Üblicherweise werden frühe approximale Läsionen röntgenologisch, möglicherweise auch mittels diverser Durchstrahlungsmethoden, aufgefunden. Zur Abschätzung, ob eine Läsion kavitiert ist, können dann diverse Methoden eingesetzt werden. Direkter Einblick ist beispielsweise möglich, wenn am Nachbarzahn im Kontaktbereich eine Restauration platziert oder ausgetauscht wird (Abb. 1). Auch die Separation mit einem orthodontischen Gummi für wenige Tage erlaubt anschließend eine direkte visuelle Inspektion.

Falls beide Methoden nicht zur Verfügung stehen, wird oft die röntgenologische Ausdehnung als Marker für eine mögliche Kavitation eingesetzt. Zahlreiche Studien untersuchten, bei welcher röntgenologischen Läsionstiefe eine Kavitation wahrscheinlich ist (Abb. 2, aus [4]). Unstrittig ist mittlerweile, dass auf

den Schmelz begrenzte Läsionen (E1, E2: äußere oder innere Schmelzhälfte) nur selten (ca. 10 % der Fälle) kavitiert sind [14, 20]. Diese stehen somit theoretisch einer Versiegelung oder Infiltration zur Verfügung. Umgekehrt sind Läsionen, die deutlich in das mittlere oder gar innere Dentindrittel extendieren (D2, D3), fast immer (nahezu 100 % der Fälle) kavitiert [14, 20]. Hier sind demnach vornehmlich restaurative Maßnahmen notwendig, weil eine Versiegelung oder Infiltration technisch nicht möglich und auch nicht erfolgsversprechend ist. Beide Techniken sind zudem (zumindest in ihrer klassischen Anwendung) nicht in der Lage, die Integrität der Zahnoberfläche wieder herzustellen und so eine Reinigungsfähigkeit zu ermöglichen. Ein Entscheidungsproblem verbleibt demnach für Läsionen, die gerade ins Dentin bzw. in das äußere Dentindrittel (D1) ausgedehnt sind [20]. Hier sollte demnach konservativ vorgegangen werden: Wenn der Patient dem zustimmt und eine regelmäßige Nachuntersuchung wahrscheinlich möglich sein wird, kann versiegelt oder infiltriert werden. Sollte die Läsion doch kavitiert gewesen sein und voranschreiten, wird dieses bei der nächsten röntgenologischen Nachuntersuchung (je nach Kariesrisiko des Patienten nach ca. 12–24 Monaten) detektiert werden. Eine restaurative Therapie ist dann noch immer ohne signifikante Nachteile möglich. Sollten die o.g. Bedingungen nicht zutreffen, kann auch sofort restauriert werden. Das ist aber immer nur die zweite Wahl und muss gut begründet und abgewogen sein, gerade weil diese Therapiewahl ja – anders als eine Versiegelung oder Infiltration – nicht revidiert werden kann.

Bei der konkreten Entscheidung, ob nun versiegelt oder infiltriert werden sollte, spielen einerseits Fragen der Wirksamkeit (s.u.), aber auch die praktische Anwendung eine Rolle. Gerade die Versiegelung in der geschlossenen Zahnreihe ist anspruchsvoll:

1. Eine Isolation des Nachbarzahnes während des gesamten Vorgangs muss gegeben sein.

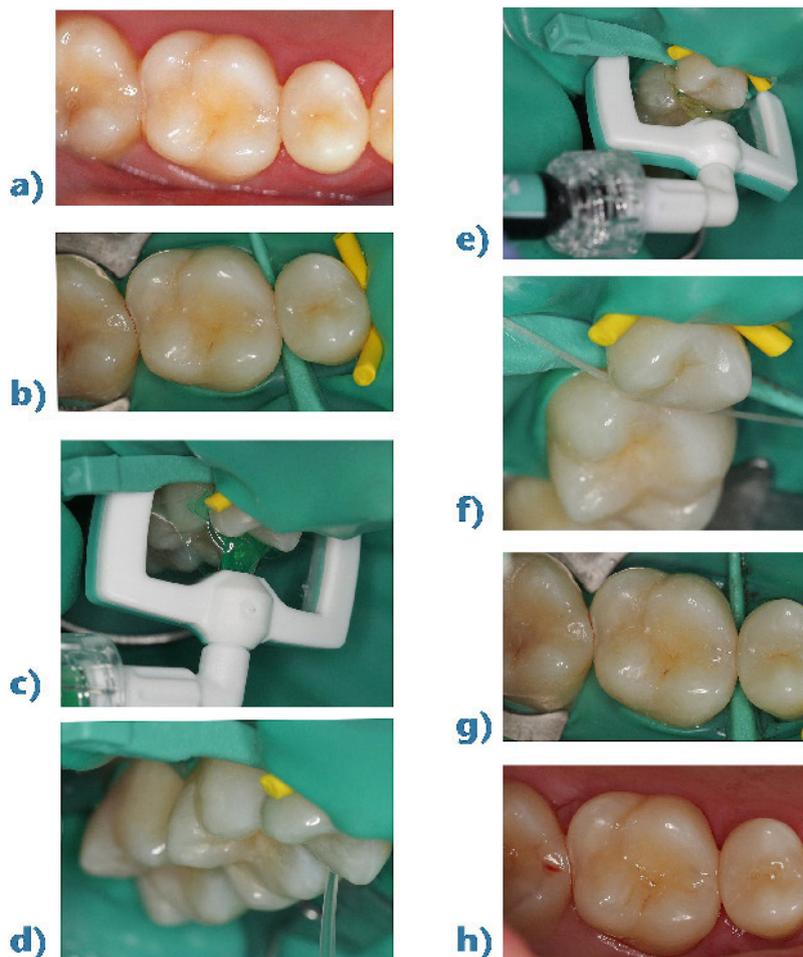
2. Eine zumindest minimale Separation der Zähne ist notwendig.
3. Bei der Applikation des Versieglers muss vermieden werden, dass dieser zu weit nach zervikal gelangt und dort Überhänge bildet.
4. Zur Entfernung solcher Überhänge und zur Beseitigung etwaiger Plaqueretentionsstellen muss anschließend poliert werden, wobei rotierende Systeme nur ungenügend unterhalb des Kontaktpunktes eingreifen. Demnach kommen Polierstreifen etc. zum Einsatz, die mühsam in der (oftmals ja auch sequenziellen) Anwendung (von grob nach fein) sind.

Bei der Infiltration werden, u.a. durch den Einsatz eines entsprechenden Applikationskits, viele dieser Probleme umgangen (Abb. 3). Ob sich wirklich zeitliche Ersparnisse ergeben, ist allerdings unklar, da der Infiltrationsvorgang (Vollsaugen des porösen Schmelzgitters mit Kunststoff) zeitintensiv ist. Auch sollte beachtet werden, dass die Infiltration relativ teuer ist; pro Anwendung sind die Verbrauchsmaterialien bei der Infiltration um ein Vielfaches teurer als bei der Versiegelung.

Da die Wirksamkeitsunterschiede (siehe unten) begrenzt zu sein scheinen, erscheint folgendes Konzept praktikabel. Wenn technisch eine Versiegelung gut möglich ist (z.B. bei fehlendem Nachbarzahn oder parallel zur Durchführung einer restaurativen Maßnahme an der benachbarten Fläche, die eine direkte Einsicht und Manipulation der zu versiegelnden Läsion ermöglicht), kann sie statt der Infiltration eine sinnvolle Maßnahme sein. Bei geschlossener Zahnreihe ist die Infiltration oftmals vorzuziehen.

### Sind Kariesversiegelung und Infiltration nachweislich wirksam?

Die Wirksamkeit der Kariesversiegelung und Infiltration ist vor Kurzem durch eine systematische Übersichtsarbeit bewertet worden [7]. Diese Übersichtsarbeit kann gleichsam auch als ein Update des in 2015 publizierten Cochrane Reviews angesehen werden [3]. Die bereits in der ersten Jahreshälfte 2018 im Journal of Dentistry publizierten Ergebnisse [7] werden hier nochmals in verkürzter



**Abbildung 3** Kariesinfiltration. (Abb. 3a) Ausgangslage (Bissflügelröntgenbild in Abb. 2). Nach Separation (Abb. 3b) wird mittels Salzsäure für 2 min konditioniert (Abb. 3c). Die Salzsäureätzung dient der Entfernung der Oberflächenschicht der Läsion, die ansonsten den Zugang des Infiltranten zum Läsionskörper behindert. Die Applikation mit einem Kit (Icon, DMG, Hamburg) erlaubt, nur die zu behandelnde Seite zu konditionieren (und auch zu infiltrieren), wobei der Nachbarzahn geschützt wird. (Abb. 3d) Das Ätzelg wird abgespült und die Läsion mittels Ethanol und Luftstrom getrocknet. Dann erfolgt die Infiltration (Abb. 3e) für 3 min mit einem dünn fließenden Kunststoff („Infiltrant“). Danach werden Überschüsse entfernt (Abb. 3f) und nochmals für 1 min infiltriert. Die Lichthärtung erfolgt von bukkal, okklusal und palatinal für jeweils 20 Sekunden. Klinisch sind keine signifikanten Veränderungen nach Versäuerung erkennbar (Abb. 3g, 3h).

Form dargestellt. Innerhalb der Studie wurden 3 elektronische Datenbanken (Medline via PubMed, Embase via Ovid, Cochrane Central) durchsucht, wobei eine Mehrfeldsuchstrategie eingesetzt wurde. Die Autoren schlossen randomisiert-kontrollierte Studien unterschiedlichen Designs ein. Die Teilnehmer sollten nicht kavitierte proximale Läsionen aufweisen, die entweder mittels Versiegelung, Infiltration und/oder non-invasiven Strategien behandelt worden waren. Der Behandlungserfolg sollte radiografisch gemessen

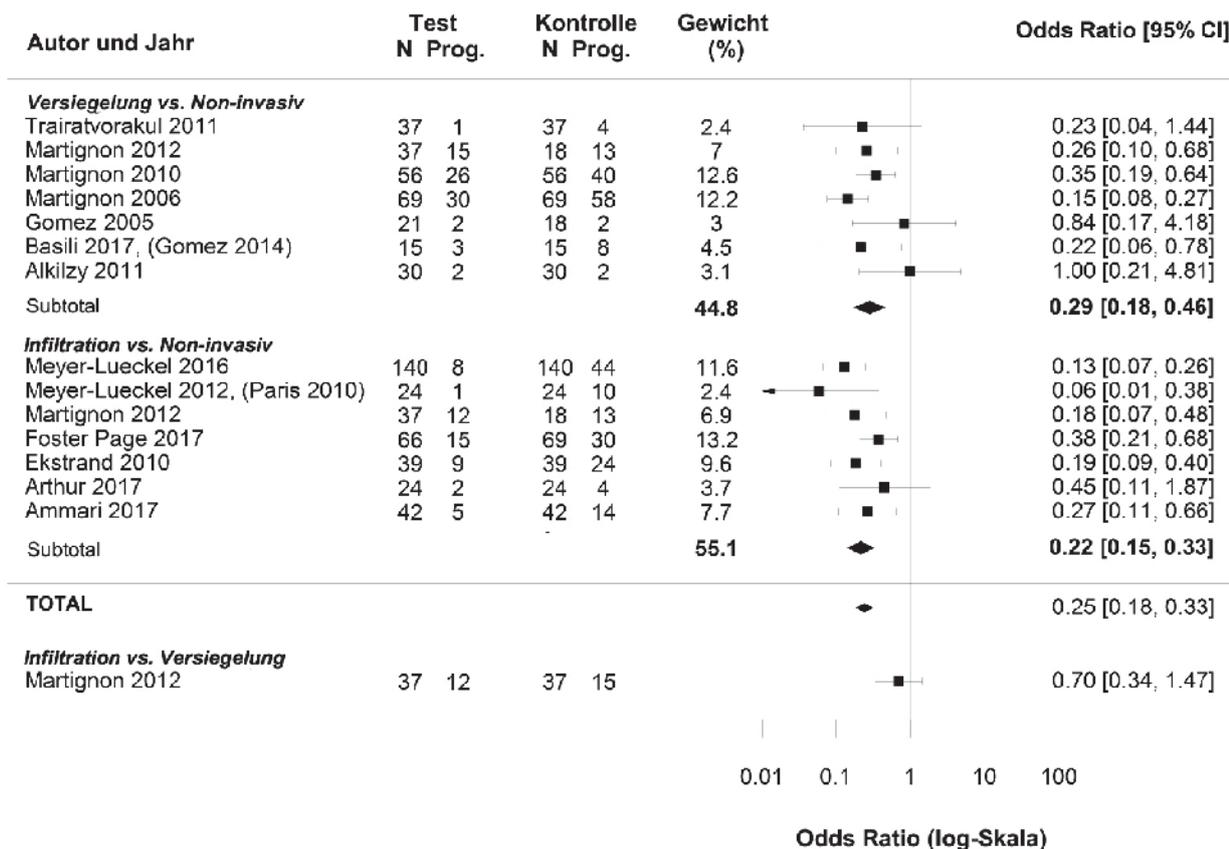
worden sein, der primäre Zielparame- ter war Läsionsprogression. Weitere erfasste Parameter waren die subjektive Bewertung der Behandlung durch die Teilnehmer und die Zahnärzte, Effizienz (Kosten, Zeitaufwand) und Sicherheit. Die Studienqualität wurde mittels des Cochrane Risk of Bias Tools bewertet. Zur Synthese kamen paarweise und Netzwerkmeta-Analysen zum Einsatz, wobei für ein etwaiges Clustering (Behandeln mehrerer Läsionen im selben Patienten) adjustiert wurde. Abschließend wurde das Vertrauen, das die Autoren den

Effektschätzern und damit verbundenen Wirksamkeitsaussagen entgegenbrachten, mittels der GRADE-Kriterien [1, 2] bewertet.

Insgesamt wurden 13 Studien in die Analyse einbezogen. Dabei wurden 486 Teilnehmer eingeschlossen und 1748 Läsionen behandelt. Bis auf eine Studie wurden alle in (Universitäts-)Zahnkliniken behandelt; in einer Studie wurde die Behandlung in verschiedenen Praxen durchgeführt [12]. Die Teilnehmer wurden im Mittel (Min./Max.) für 25 (12/36) Monate nachverfolgt. Vier Studien behandelten Milchzähne, 9 bleibende Zähne. In 4 Studien wurden ausschließlich Hochrisikopatienten behandelt; die verbleibenden Studien behandelten gemischte Gruppen oder trafen keine Aussage zum Kariesrisiko der Teilnehmer. Die Studien wurden an Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen durchgeführt (mittleres Alter 15 Jahre). Es wurde über keinerlei negative Effekte der Behandlung berichtet, und die Anwendbarkeit der Versiegelungstechnik wurde als gut bewertet (keine Studie berichtete explizit über die Anwendbarkeit der Infiltration). Zur Effizienz (Zeitbedarf, Kosten) wurden keine Aussagen gemacht.

Die überwiegende Zahl der Studien wiesen nur wenige methodische Mängel auf. Die Verblindung der Anwender und Teilnehmer war allerdings in fast allen Studien nicht oder nur unzureichend erfolgt. Zudem sollte darauf hingewiesen werden, dass fast alle Studien zur Infiltration durch den Hersteller des bisher einzigen verfügbaren Infiltrationskits (DMG, Hamburg) gesponsert worden waren.

Die eingeschlossenen Studien verglichen Versiegelung und Infiltration gegen non-invasive Therapien; nur eine Dreiarmsstudie verglich alle 3 Strategien gegeneinander (Abb. 4). Die Autoren kamen auf der Basis der Meta-Analyse und weitergehender statistischer Evaluationen zu dem Schluss, dass robuste Evidenz für die Wirksamkeit der Kariesversiegelung und Infiltration gegenüber der non-invasiven Therapie besteht; das Risiko einer Läsionsprogression ist um 75 % reduziert, wenn versiegelt oder infiltriert statt non-invasiv behandelt



(Abb. 1, 3, 4; F. Schwendicke)

**Abbildung 4** Paarweise Meta-Analyse. Der Forestplot stellt das Risiko (Odds Ratio) der Läsionsprogression in der versiegelten (oberes Panel) und der infiltrierten Gruppe (unteres Panel) verglichen mit non-invasiver Therapie dar. Die Balken und Quadrate zeigen das Risiko in den einzelnen Studien an; dieses ergibt sich aus der Zahl der vorangeschrittenen Läsionen („Prog.“) pro alle behandelten Läsionen (N) in der Test- versus der Kontrollgruppe. Die dargestellten Zahlen sind für ein etwaiges Clustering adjustiert (siehe Text). Die Studien wurden zusätzlich gewichtet; Studien mit größeren Fall- und Ereigniszahlen wurden stärker gewichtet. Diamanten (Subtotal bzw. Total) zeigen das gepoolte Risiko an, mit dem versiegelte Läsionen (Subtotal oben) und infiltrierte Läsionen (Subtotal unten) bzw. alle mikro-invasiv therapierten Läsionen (Total) im Vergleich mit non-invasiv behandelten Läsionen voranschreiten. Bis auf eine Studie zeigen alle Studien ein niedrigeres Risiko der Progression für versiegelte bzw. infiltrierte Läsionen. Die letzte Zeile zeigt den paarweisen Vergleich Infiltration versus Versiegelung, den nur eine Studie anstellte. Dabei gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Therapien; Abbildung modifiziert nach [7].

wird (Odds Ratio [OR]; 95 % Konfidenzintervall [KI]: 0,25; 0,18–0,32). Ähnliches traf zu, wenn Versiegelung (OR; 95 % KI: 0,29; 0,18–0,46) und Infiltration (OR; 95 % KI: 0,22; 0,15–0,33) separat betrachtet wurden. Basierend auf der einzelnen Studie, die einen direkten Vergleich zwischen Kariesversiegelung und Infiltration anstellte, bestand kein signifikanter Unterschied in der Wahrscheinlichkeit einer Läsionsprogression zwischen beiden Strategien (OR; 95 % KI: 0,70; 0,34–1,47). Die Wahrscheinlichkeit, dass die Infiltration die höchste Wirksamkeit zur Läsionsarretierung aufweist, lag allerdings bei 80 %.

Ausgehend von den eingeschlossenen Studien würde demnach eine

Kariesversiegelung oder Infiltration statt einer non-invasiven Therapie die Progression von 278 (95 % KI: 235–318) Läsionen bei insgesamt 1000 behandelten Läsionen verhindern. Die Autoren hatten moderates Vertrauen in diese Aussage (moderat ist die zweitbeste Bewertung im GRADE System).

**Diskussion**

Die eingeschlossenen Studien und die darauf aufbauenden Analysen bescheinigen der Kariesversiegelung und Infiltration demnach eine hohe Wirksamkeit zur Arretierung früher nicht kavittierter approximaler Läsionen. Allerdings sollte auf diverse Einschränkungen hingewiesen werden.

1. Die mittlere Beobachtungszeit von 25 Monaten ist unbefriedigend; Patienten und Zahnärzte sind an längeren Zeiträumen interessiert. Allerdings laufen viele Studien zurzeit weiter und werden womöglich über Ergebnisse mit längeren Beobachtungszeiträumen berichten können.
2. Nur eine Studie fand in der zahnärztlichen Praxis statt. Diese untersuchte die Kariesinfiltration. Wie dargelegt ist die Anwendbarkeit beider Techniken ein Aspekt, der in der klinischen Entscheidungsfindung eine große Rolle spielt. Ob beide Techniken gut und zuverlässig auch in allgemeinzahnärztlicher Routine oder durch weniger erfahrene Be-

handler durchgeführt werden können, bleibt offen.

3. Es liegen Daten zu Milch- und bleibenden Zähnen vor. Die Effekte scheinen in beiden Dentitionen ähnlich zu sein, allerdings wären weitergehende Analysen hier sinnvoll, um Handlungsempfehlungen für spezielle Gruppen (kleine Kinder mit Milchmolaren) abgeben zu können.
4. Die mangelnde Verblindung der Anwender und Patienten schwächt das Vertrauen in die Studien; eine Verzerrung (sog. Performance Bias) ist nicht unwahrscheinlich.
5. Die Anwendung der non-invasiven Therapie war stark heterogen zwischen den Studien. Generell ist unklar, wie genau die non-invasiven Therapien durchgeführt wurden. Non-invasive Therapien setzen (wie diskutiert) auf Verhaltensänderungen. Nur wenn diese wirksam umgesetzt werden, sind die Therapien erfolgreich. Die mangelnde bzw. geringere Wirksamkeit der non-invasiven Therapie deutet demnach möglicherweise nicht zwingend auf einen wirklichen klinischen Nachteil hin, sondern auf den begrenzten Erfolg unserer zahnärztliche Bemühungen, nachhaltige Verhaltensänderungen zu induzieren.

### Schlussfolgerung

Zahnärzte sollten Kariesversiegelung und Kariesinfiltration in ihrem Behandlungskonzept berücksichtigen. Beide Therapien sind nachweislich oft wirksamer zur Arretierung früher approximaler Läsionen als non-invasive Alternativen und gleichzeitig geeignet, restaurative Maßnahmen zu verhindern oder verzögern.

### Interessenkonflikte:

Falk Schwendicke berät den Hersteller des bisher einzigen erhältlichen Infiltrationssysteme, DMG Hamburg, bei der Entwicklung neuer Produkte im Bereich Kariesmanagement/ Kariesentfernung. Die Charité – Universitätsmedizin Berlin hat Kooperationsprojekte mit DMG Hamburg und hält die Lizenzrechte an dem Infiltrationskonzept.

### Literatur

1. Atkins D, Best D, Briss PA et al.: Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ* 2004; 328: 1490
2. Brignardello-Petersen R, Bonner A, Alexander PE et al.: Advances in the GRADE approach to rate the certainty in estimates from a network meta-analysis. *J Clin Epidemiol* 2018; 93: 36–44
3. Dorri M, Dunn S, Sabbah W, Schwendicke F: Micro-invasive interventions for managing proximal dental decay in primary and permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015; 11: CD010431
4. Haak R, Wicht M: Radiographic and other additional diagnostic methods. In: Meyer-Lückel H, Paris S, Ekstrand K (Hrsg): *Caries management – science and clinical practice*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2012, 87–98
5. Jordan RA, Micheelis W: Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie. Deutscher Zahnärzteverlag, Köln 2016
6. Kielbassa AM, Muller J, Gernhardt CR: Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions. *Quintessence Int* 2009; 40: 663–681
7. Krois J, Gostemeyer G, Reda S, Schwendicke F: Sealing or infiltrating proximal carious lesions. *J Dent* 2018; 74: 15–22
8. Marinho VC, Chong LY, Worthington HV, Walsh T: Fluoride mouthrinses for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; 7: Cd002284
9. Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE: Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 7: Cd002279
10. Marsh PD: Dental plaque as a biofilm and a microbial community – implications for health and disease. *BMC Oral Health* 2006; 6: S14
11. Mejare I, Kallestål C, Stenlund H, Johansson H: Caries development from 11 to 22 years of age: a prospective radiographic study. Prevalence and distribution. *Caries Res* 1998; 32: 10–16
12. Meyer-Lueckel H, Balbach A, Schikowsky C, Bitter K, Paris S: Pragmatic RCT on the Efficacy of Proximal Caries Infiltration. *J Dent Res* 2016; 95: 531–536
13. Paris S, Soviero VM, Chatzidakis AJ, Meyer-Lueckel H: Penetration of experimental infiltrants with different penetration coefficients and ethanol addition into natural caries lesions in primary molars. *Caries Research* 2012; 46: 113–117
14. Pitts NB, Rimmer PA: An in vivo comparison of radiographic and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries Res* 1992; 146–152
15. Schwendicke F, Frencken J, Innes N: Current concepts in carious tissue removal. *Current Oral Health Reports* 2018; 5: 154–162
16. Takahashi N, Nyvad B: Ecological hypothesis of dentin and root caries. *Caries Res* 2016; 50: 422–431
17. van Amerongen JP, van Amerongen WEW TF, Opdam NJM, Roeters FJM, Bittermann D, Kidd EAM: Restoring the tooth: 'the seal is the deal'. In: Fejerskov O, Kidd EAM (Hrsg): *Dental caries. The disease and its clinical management*. Blackwell Munksgaard, Oxford 2008, 386–426
18. Walsh T, Oliveira-Neto JM, Moore D: Chlorhexidine treatment for the prevention of dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; Cd008457
19. Walsh T, Worthington HV, Glennly AM, Appelbe P, Marinho VC, Shi X: Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; Cd007868
20. Wenzel A: Radiographic display of carious lesions and cavitation in approximal surfaces: Advantages and drawbacks of conventional and advanced modalities. *Acta Odontol Scand* 2014; 72: 251–264



(Foto: privat)

**DR. FALK SCHWENDICKE**  
Abteilung für Zahnerhaltung und  
Präventivzahnmedizin  
Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Åßmannshäuser Str. 4–6  
14197 Berlin  
falk.schwendicke@charite.de