

H. Meyer-Lückel, S. Paris

# Kariesinfiltration zur Füllung einer „therapeutischen Lücke“?

*Infiltration of caries – closure of a “therapeutical gap“?*

**In der präventiv ausgerichteten Zahnheilkunde wird durch Fluoridierungsmaßnahmen angestrebt, die Entstehung oder Progression initial-kariöser Läsionen zu verhindern. Liegt eine Kavitation der Schmelzoberfläche vor, kann minimal-invasiv mit modernen Füllungsmaterialien vorgegangen werden. Welche Lücke gilt es also durch die Infiltration mit Kunststoffen zu schließen?**

**Dr. Meyer-Lückel:** Die Wahrscheinlichkeit der Arretierung einer Karies durch rein non-invasive Maßnahmen nimmt mit zunehmender Läsionsausdehnung und steigender Kavitationsgröße der Oberfläche ab. Ein invasives Vorgehen ist zumeist indiziert, wenn eine klinisch relevante Kavitation der Läsionsoberfläche vorliegt [7, 8]. Bei der Insertion der ersten Füllung muss gerade approximal relativ viel gesunde Zahnhartsubstanz „geopfert“ werden [2]. Ein Zwischenstadium im Karieskontinuum stellt gewissermaßen eine Läsion mit einer Diskontinuität (Mikrokavitation) der Oberfläche dar. Insbesondere proximale Läsionen dieses Stadiums können mit non-invasiven Maßnahmen oftmals nicht nachhaltig arretiert werden. Zumal mit den vorhandenen klinischen und röntgenologischen diagnostischen Möglichkeiten eine Unterscheidung hinsichtlich der Beschaffenheit der Oberfläche nicht immer zuverlässig möglich ist. Für diese Läsionsstadien kann man – auch aufgrund der diagnostischen Unsicherheiten – eine „therapeutische Lücke“ definieren.

Mit der mikro-invasiven Therapie der Karies durch Infiltration mit niedrig viskösen Kunststoffen können diese kariösen Läsionen, bei denen bisher Unsicherheit hinsichtlich eines adäquaten invasiven Therapieentscheids bestand, nunmehr in einem etwas früheren Sta-



H. Meyer-Lückel

dium versorgt werden. Hierbei muss im Gegensatz zur Restauration mit Füllungsmaterialien kaum gesunde Zahnhartsubstanz entfernt werden. Durch die Infiltration wird der Kariesprozess arretiert oder zumindest verzögert. Somit kann die „therapeutische Lücke“ zwischen non- und minimal-invasiven Behandlungsoptionen gewissermaßen geschlossen werden (Abb. 1).

**Ein experimenteller Therapieansatz für proximale, kariöse Läsionen ist die oberflächliche Behandlung der demineralisierten Schmelzstruktur mit erhärtenden Kunststoffen, analog der Fissurenversiegelung im okklusalen Bereich. Ist dies nicht auch eine gangbare Lösung?**

**Dr. Paris:** Bei der approximalen Versiegelung werden nach temporärer, mehrtägiger Separation der betroffenen Zähne Adhäsive und Fissurenversiegler auf die approximalen Läsionen aufgetragen und anschließend gehärtet [4, 9]. Ein weiterer Therapieansatz verfolgt die Applikation einer Kunststoffolie auf der Schmelzoberfläche ebenfalls nach temporärer Zahnseparation [1, 22].

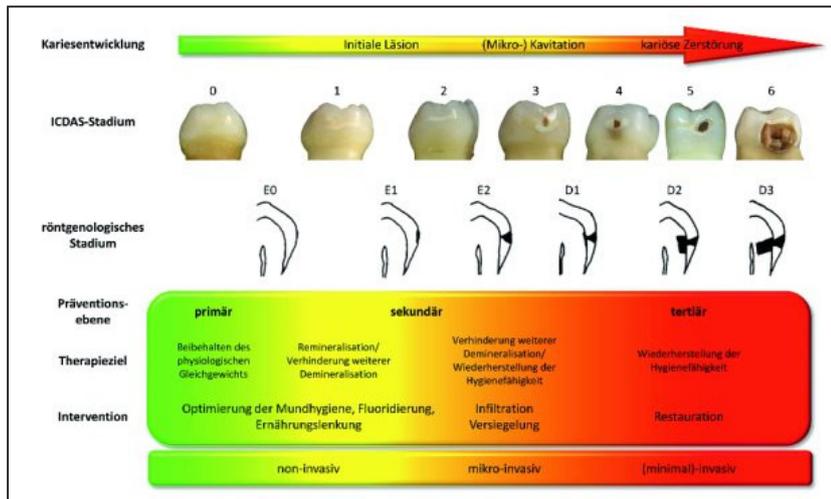


S. Paris

Beide Verfahren wurden in klinischen Studien getestet und scheinen zu einer Reduktion der Kariesprogression zu führen [9]. Ein Nachteil beider Verfahren ist jedoch die Notwendigkeit einer mehrtägigen Zahnseparation, so dass zumindest zwei Behandlungstermine benötigt werden. Darüber hinaus ist die klinische Anwendung aufgrund der beengten Verhältnisse im nur Bruchteile eines Millimeters separierten Approximalraum erschwert. Bei der Kariesinfiltration hingegen ist keine Zahnseparation erforderlich. Da hier auch keine Kunststoffschicht auf der Zahnoberfläche belassen wird, ist die klinische Handhabung wesentlich erleichtert.

**Beschreiben Sie bitte genau, was sich der Zahnarzt unter „Kariesinfiltration“ vorzustellen hat!**

**Dr. Meyer-Lückel:** Das Prinzip der Infiltration beruht auf der Penetration des Infiltranten in den Läsionskörper einer Karies (Abb. 2). Als solchen bezeichnet man die Zone der größten Demineralisation einer Karies, welche unter einer pseudointakten Oberflächenschicht liegt. Bei der Kariesinfiltra-



**Abbildung 1** Die Betrachtung der Approximalkaries als ein Kontinuum (modifiziert nach [3] und [13]) verdeutlicht schematisch die Zusammenhänge des klinischen (ICDAS Stadien [6]) sowie des röntgenologischen (modifiziert nach [10]) Befundes und den Interventionsmöglichkeiten auf verschiedenen Präventionsebenen. Das Ziel der Verhinderung einer weiteren Demineralisation sowie der Verbesserung der Reinigungsmöglichkeit der von Karies betroffenen Zahnfläche wird durch die Kariesinfiltration bei entsprechender Läsionsmorphologie erreicht. Hierdurch wird gewissermaßen, analog zur okklusalen Versiegelung von Fissuren und Grübchen, die therapeutische Lücke zwischen non-invasiven („präventiven“) und invasiven Maßnahmen geschlossen.

tion saugt sich der Läsionskörper mit dem Kunststoff wie ein Schwamm voll und die Porositäten der Schmelzkaries werden nach Lichthärtung verschlossen. Aufgrund ihres hohen Mineralgehaltes würde die pseudointakte Oberflächenschicht die Penetration des Kunststoffs behindern [20]. Deshalb muss diese zunächst gezielt mit einem Salzsäuregel erodiert werden. Diese Erosion ist mit Phosphorsäuregel auch nach längerer Einwirkdauer nicht möglich [16]. Hiernach kann der Infiltrant innerhalb weniger Minuten die Karies bis in eine Tiefe von mehreren hundert Mikrometern penetrieren [11, 14, 17]. Ein entsprechendes Produkt zur approximalen und vestibulären Kariesinfiltration wurde in Zusammenarbeit mit DMG in den letzten Jahren zur Marktreife gebracht

### Wann ist eine Kariesinfiltration indiziert? Wie groß darf die Läsion sein?

**Dr. Paris:** Zur Abschätzung der Indikation einer mikro-invasiven oder invasiven Therapie spielt die Ausdehnung der Karies, das Vorhandensein von (Mikro-)kavitationen sowie die Kariesaktivität eine Rolle. Andererseits beeinflussen patientenbezogene Faktoren, wie die

Compliance bezüglich eines regelmäßigen zahnärztlichen Recalls den Therapieentscheid.

Röntgenologisch auf den Schmelz begrenzte Läsionen weisen nur zu einem geringen Anteil Kavitationen auf [5, 21] und können häufig mit non-invasiven (präventiven) Maßnahmen, die eine Remineralisation fördern, arretiert werden. Dennoch schreitet zumindest bei Kindern und Jugendlichen ein nicht zu vernachlässigender Anteil der auf den Schmelz begrenzten Läsionen voran [10]. Deshalb ist bei Patienten mit hohem Kariesrisiko die Kariesinfiltration bereits bei Läsionen, die in die innere Schmelzhälfte extendiert sind, indiziert. Erreicht die Karies bei röntgenologischer Betrachtung die Schmelz-Dentin-Grenze oder das erste Dentindrittel, liegen in vielen Fällen bereits Mikro-kavitationen der Läsionsoberfläche vor [5, 21], woraus unter Berücksichtigung weiterer Faktoren bisher häufig die Indikation für eine invasive Therapie abgeleitet wurde [7, 8]. Durch Infiltranten werden, wie erwähnt, Mikro-kavitationen aufgefüllt, so dass eine Beschränkung der Indikation der Kariesinfiltration auf eine maximale Läsionsausdehnung der Karies bis in das erste Dentindrittel angezeigt ist, insofern keine klinisch sichtbaren Kavitationen der Oberfläche vorliegen.

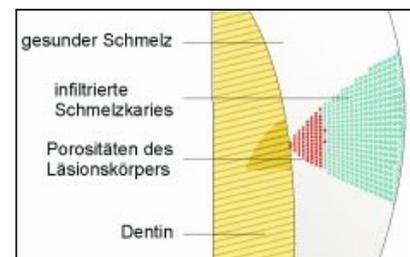
### Welchen Effekt hat die Kariesinfiltration auf die Farbe des Zahnschmelzes?

**Dr. Paris:** Ein positiver Nebeneffekt der Kariesinfiltration ist die optische Maskierung der Karies. Schmelzläsionen erscheinen aufgrund der geänderten Lichtbrechung innerhalb der porösen Zahnhartsubstanz weißlich opak und werden daher häufig auch als „White-Spots“ bezeichnet. Später können sich Lebens- und Genussmittelfarbstoffe in die Läsionen einlagern und dadurch ein bräunliches Aussehen verursachen (Brown-Spots).

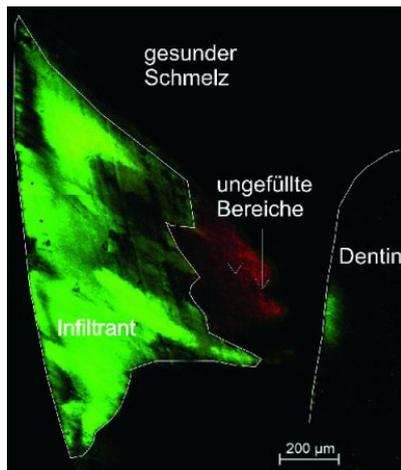
Bei der Infiltrationsbehandlung werden durch die HCl-Ätzung nur oberflächliche bräunliche Verfärbungen innerhalb der Oberflächenschicht entfernt. Bei der anschließenden Infiltration des Läsionskörpers verlieren die Läsionen ihr weißliches Aussehen und werden somit optisch gesundem Schmelz ähnlicher. Das ist darauf zurückzuführen, dass der Infiltrationskunststoff einen ähnlichen Lichtbrechungsindex wie gesunder Zahnschmelz aufweist und daher die Lichtbrechung innerhalb der Karies minimiert. Hierdurch kann häufig bei vestibulären Läsionen die Ästhetik innerhalb einer Behandlungssitzung deutlich verbessert werden, ohne dabei – wie beispielsweise bei der Mikro-abrasion – größere Anteile der Zahnhartsubstanz entfernen zu müssen.

### Wie gut wissenschaftlich abgesichert ist die Kariesinfiltration inzwischen? Welche Parameter konnten in vorklinischen Studien abgesichert werden? Welche klinischen Fragen sind jetzt noch offen?

**Dr. Meyer-Lückel:** In-vitro-Versuche unserer Arbeitsgruppe konnten zei-



**Abbildung 2** Das Prinzip der Kariesinfiltration beruht auf der Penetration eines so genannten Infiltranten (grün) in die porösen Schmelzanteile (ungefüllte Poren: rot) einer Karies nach partieller Entfernung der pseudointakten Oberflächenschicht durch Ätzung mit Salzsäure. (Abb. 1-4: H. Meyer-Lückel, S. Paris)



**Abbildung 3** Konfokalmikroskopische Aufnahme einer approximalen Läsion, die nach Ätzung mit HCl (15 %) für 120 s, mit dem Infiltranten (grün) behandelt wurde. Verbliebene Poren im Schmelz und im Dentin sind rot dargestellt. Der Infiltrant konnte die Schmelzbereiche nahezu vollständig penetrieren. Dies kann in vitro bei einer Applikationszeit des Infiltranten von drei Minuten bei nahezu 100 % der Läsionen, die bis in die innere Schmelzhälfte oder in das äußere Dentindrittel extendiert sind, beobachtet werden [12, 17, 18].

gen, dass eine Ätzung für zwei Minuten mit 15 %iger Salzsäure eine ausreichende Erosion der Läsionsoberfläche ermöglicht [16]. Eine Applikationszeit von drei Minuten ermöglicht eine nahezu vollständige Penetration (Abb. 3) von Infiltrationskunststoffen in die Schmelzbereiche von kariösen Läsionen [12, 17, 18]. Eine tiefe Penetration von einigen hundert Mikrometern scheint vorteilhaft hinsichtlich einer optimalen Inhibierung der Kariesprogression [15]. Eine andere Arbeitsgruppe konnte für infiltrierte Läsionsbereiche eine dem gesunden Schmelz nahezu ähnliche Bürstabrasion aufzeigen (Ulrich Lohbauer, persönliche Mitteilung).

Darüber hinaus konnten wir in einem 100 Tage dauernden In-situ-Versuch (Probanden tragen Schmelzproben innerhalb des Mundes) aufzeigen, dass die Infiltration zu einer signifikanten Reduktion der Kariesprogression im Vergleich zu unbehandelten Läsionsbereichen führte. Sowohl bei der Positivkontrolle (dicke Schicht Fissurenversiegelungsmaterial) als auch bei den infiltrierte Läsionen, konnte unter den gewählten Bedingungen kein signifikantes Voranschreiten der Läsionsausdehnung beobachtet werden [19].

Von drei klinischen Studien bei unterschiedlich „kariesaktiven“ Populationen liegen 12- sowie 18-Monats-Daten vor. Die vorläufigen Ergebnisse zeigen eine deutliche Reduktion der röntgenologisch sichtbaren Kariesprogression durch Infiltrationstherapie von 60 % bis 70 % gegenüber den unbehandelten Kontrollen auf. In diesen drei Studien wurden insgesamt ca. 115 proximale Läsionen behandelt, die eine röntgenologische Kariesausdehnung im Bereich des inneren Schmelzes bis in das erste Dentindrittel aufwiesen. Weitere Ergebnisse dieser Studien nach längeren Zeiträumen erwarten wir mit Spannung. Darüber hinaus laufen weltweit drei weitere klinische Studien, beispielsweise zur ästhetischen Qualität der Kariesinfiltration.

#### Welcher Studie zur Kariesinfiltration widmen Sie sich zurzeit?

**Dr. Paris:** Neben den regelmäßigen Nachuntersuchungen der Patienten der von uns durchgeführten klinischen Studie, führen wir weiter In-vitro-Studien zur Farbstabilität des Infiltranten durch. Die genannten In-vitro-Studien, die die Inhibierung der Kariesprogression zum Gegenstand haben, werden ebenfalls fortgesetzt. Darüber hinaus untersuchen wir die Möglichkeit der Infiltration von okklusalen Läsionen im Fissurenbereich. Für diese Flächen gibt es ja bereits seit einigen Jahrzehnten die Fissurenversiegelung, so dass jede neue Therapiemöglichkeit sich an dieser effektiven Maßnahme messen lassen muss.

#### Icon wurde auf der IDS 2009 erstmals vorgestellt. Ist die Kariesinfiltration schon reif für die Praxis? Was raten Sie den niedergelassenen Kollegen?

**Dr. Meyer-Lückel:** Die Kariesinfiltration mit dem von DMG hierzu entwickelten Produkt Icon ist praxistauglich. Mit speziellen Applikationshilfen können sowohl proximale (Abb. 4) Läsionen mit einer maximalen Läsionsausdehnung bis in das erste Dentindrittel ohne klinisch sichtbare Kavitation als auch vestibuläre, vorzugsweise aktive „White-spot-lesions“ infiltrierte werden. Als kritisch denkender Wissenschaftler und Zahnarzt kann ich eine gewisse Skepsis gegenüber dieser andersartigen Kariesbehandlung zum jetzigen Zeitpunkt durchaus nachvollziehen. Man kann sich das Prinzip der Kariesinfiltration aber recht gut veranschaulichen, wenn man ein Stück Würfelzucker an die Oberfläche einer farbigen Flüssigkeit, beispielsweise Kaffee hält. Ähnlich wie bei der Kariesinfiltration wird hierbei die Flüssigkeit in den porösen Körper durch Kapillarkräfte „eingesaugt“. Darüber hinaus rate ich allen Kollegen und Kolleginnen einen Patienten mit deutlichen vestibulären kariösen Läsionen aufgrund von festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen mit Icon zu behandeln. Hierbei sollte zunächst einige Wochen nach Abnahme der Brackets abgewartet werden, damit oberflächliche Läsionen zunächst spontan remineralisieren können. Zähne mit persistierenden, ästhetisch relevanten



**Abbildung 4** Die Applikationshilfe für die proximale Anwendung besteht aus einer Drehspritze (Drehung 360°) an die eine sehr dünne, zweilagige Folientasche aufgeschraubt wird. Die Materialien „Icon-Etch“ (hier dargestellt) oder „Icon-Infiltrant“ treten durch Poren, die sich auf nur einer Seite der Folie befinden, an die entsprechende kariöse Zahnfläche aus.

Läsionen können dann mit dem Infiltranten behandelt werden. Das in fast allen Fällen verbesserte optische Erscheinungsbild der Zähne spricht für sich, so dass hierdurch Vertrauen in das Prinzip der Infiltration geschaffen wird.

### Wie ist Ihre persönliche Einschätzung: Wird die Kariesinfiltration die Zahnheilkunde teilweise revolutionieren?

**Dr. Meyer-Lückel:** Wenn man unter „Revolution“ die ursprünglich von Kopernikus geprägte Bedeutung im Sinne von „wiederkehrend“ versteht, kann

ich mich mit diesem wohl im Rahmen des Marketing von DMG verwendeten Begriffes anfreunden. Als wiederkehrend könnte man hierbei das im Rahmen der Entwicklung der Kariesinfiltration zu erkennende wissenschaftliche und ärztliche Bestreben schonende Behandlungsprinzipien zu etablieren ansehen. Sicherlich handelt es sich bei der Kariesinfiltration um eine innovative Behandlungsoption, die sich an den aktuellen Paradigmen der Kariologie orientiert. 

### Vielen Dank für das Gespräch!

Das Interview führte *Dorothee Holsten*.

#### Korrespondenzadresse:

PD Dr. Hendrik Meyer-Lückel  
Dr. Sebastian Paris  
Klinik für Zahnerhaltungskunde und  
Parodontologie  
Universitätsklinikum Schleswig-Holstein,  
Campus Kiel  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Arnold-Heller-Str.3 – Haus 26  
24105 Kiel  
Tel.: 04 31 / 5 97 28 17  
Fax: 04 31 / 5 97 41 08  
E-Mail: meyer-lueckel@konspar.uni-kiel.de  
E-Mail: paris@konspar.uni-kiel.de

## Literatur

1. Alkilzy M, Heyduck C, Meller C, Schidlowski M, Splieth CH: Therapeutic sealing of proximal tooth surfaces: Two-year follow-up. *Caries Res* 41, 273 (Abstr No. 216) (2007)
2. Elderton RJ: Overtreatment with restorative dentistry: when to intervene? *Int Dent J* 43, 17–24 (1993)
3. Fejerskov O: Changing paradigms in concepts of dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res* 38, 182–191 (2004)
4. Gomez SS, Basili CP, Emilson CG: A 2-year clinical evaluation of sealed noncavitated approximal posterior carious lesions in adolescents. *Clin Oral Investig* 9, 239–243 (2005)
5. Hintze H, Wenzel A, Danielsen B, Nyvad B: Reliability of visual examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiography, and reproducibility of direct visual examination following tooth separation for the identification of cavitated carious lesions in contacting approximal surfaces. *Caries Res* 32, 204–209 (1998)
6. ICDAS. Coordinating Committee: Criteria Manual International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II).
7. Kidd EAM, Fejerskov O: The control of disease progression: non-operative treatment. In: Kidd EAM, Fejerskov O (Hrsg): *Dental Caries: The disease and its clinical management*. Blackwell Munksgaard, Oxford 2008, 249–257
8. Kidd EAM, van Amerongen JP, van Amerongen WE: The role of operative treatment. In: Fejerskov O, Kidd EAM (Hrsg): *Dental caries: The disease and its clinical management*. Blackwell Munksgaard, Oxford 2008, 355–365
9. Martignon S, Ekstrand KR, Ellwood R: Efficacy of sealing proximal early active lesions: An 18-month clinical study evaluated by conventional and subtraction radiography. *Caries Res* 40, 382–388 (2006)
10. Mejare I, Stenlund H, Zelezny-Holmlund C: Caries incidence and lesion progression from adolescence to young adulthood: a prospective 15-year cohort study in Sweden. *Caries Res* 38, 130–141 (2004)
11. Meyer-Lückel H: *Mikroinvasive Behandlung der Karies durch Kunststoffinfiltration (Habilitationsschrift)*. Charité – Universitätsmedizin Berlin (2008)
12. Meyer-Lueckel H, Chatzidakis AJ, Paris S: Influence of application time on infiltrant penetration into natural caries lesions in vitro. *Caries Res* 42, 195–196 (Abstract No. 131) (2008)
13. Meyer-Lückel H, Fejerskov O, Paris S: Neuartige Therapiemöglichkeiten bei approximaler Karies. *Dtsch Zahnärztl Z* 64, 292–299 (2009)
14. Meyer-Lueckel H, Paris S: Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res* 1112–1116 (2008)
15. Meyer-Lueckel H, Paris S: Progression of artificial enamel caries lesions after infiltration with experimental light curing resins. *Caries Res* 42, 122–128 (2008)
16. Meyer-Lueckel H, Paris S, Kielbassa AM: Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels. *Caries Res* 41, 223–230 (2007)
17. Paris S, Bitter K, Renz H, Hopfenmueller W, Meyer-Lueckel H: Validation of two dual fluorescence techniques for confocal microscopic visualization of resin penetration into enamel caries lesions. *Microsc Res Tech* Feb 23. [Epub ahead of print] (2009)
18. Paris S, Chatzidakis AJ, Meyer-Lueckel H: Influence of application time on caries infiltration in primary teeth. *Int J Paediatr Dent* 19 Suppl. 1, S. 9 (2009)
19. Paris S, Meyer-Lueckel H: Progression of resin-infiltrated artificial enamel lesions in situ. *Caries Res* 43, 228 (Abstr. No. 136) (2009)
20. Paris S, Meyer-Lueckel H, Kielbassa AM: Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res* 86, 662–666 (2007)
21. 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* 26, 146–152 (1992)
22. Schmidlin PR, Kluck I, Zimmermann J, Roulet JF, Seemann R: Caries-preventive potential of an adhesive patch after thermomechanical loading – a microbial-based in vitro study. *J Adhes Dent* 8, 7–12 (2006)