

Zahnmedizin up2date

3 · 2017

Zahnerhaltung, Prävention und Restauration 10

# Kariesinfiltration – Update 2017

*Hendrik Meyer-Lückel  
Sebastian Paris  
Andreas Schult*

DOI: 10.1055/s-0043-104881  
Zahnmedizin up2date 2017; 11 (3): 267–290  
ISSN 1865-0457  
© 2017 Georg Thieme Verlag KG

## Unter dieser Rubrik sind bereits erschienen:

**Neue konservierend-restaurative Optionen in der Gerontostomatologie** H. J. Staehle, C. Frese, D. Wolff Heft 2/2017

**Mechanische Interdentalraumhygiene bei Implantatträgern** H. Staehle, N. El Sayed, A. Bäumer Heft 6/2016

**Keramikwerkstoffe in der restaurativen Zahnmedizin** M. Taschner, U. Lohbauer Heft 3/2016

**Ausarbeitung und Politur von Kompositrestaurationen** D. Wolff, H.-J. Staehle, S. Schick, C. Frese Heft 1/2016

**Bewährte und neue Indikationen für direkte Kompositrestaurationen im Seitenzahnbereich** H. Staehle, D. Wolff, C. Frese Heft 5/2015

**Reparatur zahnärztlicher Restaurationen** R. Frankenberger, A. Braun, M. Roggendorf Heft 4/2015

**Grenzfälle der Zahnerhaltung** G. Krastl, R. Weiger, A. Filippi Heft 1/2015

**Möglichkeiten der Zahnaufhellung – Bleichen und Alternativen** A.-K. Schmidt, A. Wiegand Heft 6/2014

**Problemlösungen in der restaurativen Zahnheilkunde** C. Frese, D. Wolff, H.-J. Staehle Heft 5/2014

**Kariologische Diagnostik und Befunddokumentation** S. Paris, H. Meyer-Lückel Heft 3/2014

**Eine Klassifikation der Odontalgien** J. Türp, A. Hugger, C. Löst, P. Nilges, H. Schindler, H. Staehle Heft 2/2014

**Dentale Stammzellen: Grundlagen und Perspektiven** W. Götz Heft 2/2013

**Neue Strategien zur Prävention und Therapie von Erosionen** O. Grunau, C. Ganß, N. Schlüter Heft 1/2013

**Standortbestimmung Fluoride in der Kariesprävention** A. Schulte Heft 5/2012

**Formkorrekturen im Frontzahnbereich mit direkt applizierten Kompositen** E. Wirsching Heft 4/2012

**Kariesdiagnostik** R. Haak, K.-J. Park, F. Krause Heft 1/2012

**Kariesinfiltration** H. Meyer-Lückel, S. Paris Heft 4/2011

**Adhäsive Keramikveneers und -teilkronen im Frontzahnggebiet** L. Pröbster, M. Groten Heft 5/2010

**Re-Insertion zahnärztlicher Werkstücke** H. Staehle Heft 4/2010

**Lückenschluss im Seitenzahnbereich durch direkte Zahnverbreiterungen** H. Staehle Heft 3/2010

**Strategien der häuslichen Plaquekontrolle** C. Dörfer, H. Staehle Heft 3/2010

**Direkte Seitenzahnrestauration mit Komposit** B. Haller Heft 6/2009

**Amalgam – Zahnmedizin zwischen Toxikologie und Toxikophobie** S. Halbach Heft 5/2009

**Entscheidungsfindung bei ästhetischen Frontzahnversorgungen** J. Hajtő Heft 4/2009

**Faserverstärkte Kompositbrücken** D. Wolff, C. Schach, T. Kraus Heft 1/2009

**Laserfluoreszenzdiagnostik** F. Krause, A. Braun Heft 5/2008

**Invasiv oder präventiv?** L. Laurisch Heft 4/2008

**Zahnerhaltung im Alter** C. Benz, C. Haffner Heft 3/2008

**Zahnärztliche Restaurationen: Reparieren statt Ersetzen?** R. Frankenberger Heft 1/2007

### ALLES ONLINE LESEN



Mit der eRef lesen Sie Ihre Zeitschrift: online wie offline, am PC und mobil, alle bereits erschienenen Artikel. Für Abonnenten kostenlos! <https://eref.thieme.de/zahn-u2d>

### JETZT FREISCHALTEN



Sie haben Ihre Zeitschrift noch nicht freigeschaltet? Ein Klick genügt: [www.thieme.de/eref-registrierung](http://www.thieme.de/eref-registrierung)

## Kariesinfiltration – Update 2017

Hendrik Meyer-Lückel, Sebastian Paris, Andreas Schult



Die Technik der Kariesinfiltration wurde 2009 unter dem Handelsnamen Icon® (DMG, Hamburg) in die Zahnmedizin eingeführt. In der Zwischenzeit hat sich diese Therapie im Behandlungsspektrum der präventiv orientierten Zahnarztpraxis sowohl für das Milch- als auch das bleibende Gebiss etabliert. Auch wenn die grundsätzlichen Indikationen nach wie vor die Infiltration approximaler kariöser Läsionen mit einer röntgenologischen Ausdehnung bis maximal in das 1. Dentindrittel sowie die Infiltration ästhetisch relevanter kariöser Läsionen darstellen, konnte das Therapiepektrum auf beispielsweise die Maskierung von Fluorose erweitert werden. Dieser Übersichtsartikel soll aufbauend auf das im Thieme Verlag erschienene Lehrbuch „Karies“ [1] und den daraus entnommenen Beitrag für die Reihe Zahnmedizin up2date [2] den Stand der Technik aktualisieren.

### Minimal-intervenierend – das Ziel

Möglichst minimal-intervenierend zu therapieren, ist das Ziel der modernen Zahnheilkunde [3]. Hierzu sollten die Histologie sowie die Pathogenese der Karies und auch anderer Mineralisationsdefekte (z. B. Fluorose, Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation) beachtet werden und ein aktuelles Verständnis über die Faktoren, die den Kariesprozess beeinflussen, bestehen. Darüber hinaus bedarf es eines praxistauglichen Weges, relevante Erkrankungsstadien zu erkennen und zu dokumentieren, sowie einer zeitsparenden Erfassung des individuellen Kariesrisikos. Auf den hierauf basierenden Diagnosen können dem Patienten relevante Therapieansätze unterbreitet werden, der partizipativ in die Therapieplanung einbezogen werden sollte.

#### Merke

**Eine moderne kariologische Behandlungsphilosophie verfolgt das Ziel, Karies möglichst mit minimal-intervenierenden Maßnahmen zu therapieren.**

Dass das grundsätzliche Verständnis über Karies wie auch deren Diagnostik und Therapie unterschiedlich interpretiert wird, verdeutlicht der stark variierende Zeitpunkt eines invasiven Therapieentscheids bei approximaler Karies in verschiedenen Ländern. Während in Frankreich ca. 90% aller Zahnärzte kariöse Läsionen, die radiografisch ausschließlich im Schmelz sichtbar sind, invasiv therapieren [4], sind dies in den USA 40–75% und in Skandinavien unter 15% [5].

Über Faktoren wie beispielsweise die Erfragung der Ernährungsgewohnheiten oder die extraorale Anzüchtbarkeit von Bakterien kann zumeist keine Information über die individuelle Progressionstendenz einer kariösen Läsion gewonnen werden. Neben der starken Reduktion des Speichels stellt allenfalls die vergangene Karieserfahrung einen einigermaßen zuverlässigen Prädiktor für neu auftretende kariöse Läsionen oder auch deren Vorschreiten dar. Deshalb bedarf es für einen möglichst minimal-intervenierenden Therapieentscheid idealerweise der Beobachtung der individuellen kariösen Läsion über einen vertretbaren Zeitraum. Gleichwohl setzt dies voraus, dass

- der Zahnarzt und in der Folge der Patient davon überzeugt sind, dass Karies einen langsam ablaufenden Prozess darstellt, der zumindest im unkavitierten Stadium angehalten werden kann,
- der Patient zu entsprechenden regelmäßigen Kontrollen kommt,
- Karies auch in frühen Stadien entdeckt und dokumentiert wird,
- bei einem Behandlerwechsel zumindest die Röntgenbilder und idealerweise die bisherigen Befunde weiterhin verfügbar bleiben.

Neben den biologischen und diagnostischen Herausforderungen spielt ebenso die Erwartungshaltung des Patienten eine große Rolle, damit ein minimal-intervenierendes Behandlungskonzept als sinnvoll erkannt wird. Oftmals wird eine invasive Kariestherapie immer noch als die „wahre“ und einzige Art der Kariesbehandlung angesehen – ein Zahnarzt, der bohrt, ist ein guter Zahnarzt,

da etwas aktiv getan wird. Zudem wird dies auch meist besser honoriert als rein noninvasiv zu behandeln; also quasi nur abzuwarten und zu beobachten. Rein noninvasive und in geringerem Maße mikroinvasive (d. h. Fissurenversiegelung sowie Kariesinfiltration) Maßnahmen basieren zudem auf einer ausreichenden Adhärenz des Patienten, ein zahngesundes Verhalten zu etablieren. Gleichwohl befürchten Zahnärzte und in der Folge auch deren Patienten das rasche, unkontrollierte Vorschreiten einer initial un kavitierten Karies, was bei einer adäquaten häuslichen Mundhygiene und einigermaßen zahngesunden Ernährung allerdings nicht wahrscheinlich ist. Auch das Belassen von Mikroorganismen unterhalb der Versiegelung oder im infiltrierten Bereich, was bei der Füllungstherapie in unterschiedlichem Ausmaß schon immer akzeptiert wird, scheint bei den mikroinvasiven Verfahren oftmals ein Hemmschuh für den Behandler. Die Folge: Es wird lieber vorzeitig gebohrt, ausführlich exkaviert und gefüllt, um „Schlimmeres zu verhindern“. Dies ist zumindest bei niedrigem und mittlerem Kariesrisiko angesichts der Studienlage zur (geringen) Geschwindigkeit der Kariesprogression [6] wie auch zur wissenschaftlich dokumentierten Wirksamkeit der approximalen Kariesinfiltration allerdings bei un kavitierten Läsionen mit maximal mittlerer Ausprägung nicht mehr empfehlenswert [7].

#### Merke

Heutzutage geht man geht davon aus, dass der Kariesprozess aufgehalten werden kann, wenn kariesbegünstigende Faktoren reduziert werden, sei es durch noninvasive, invasive oder aber auch mikroinvasive Therapien.

## Das Kariesmodell zur ökologischen Plaquehypothese

Ein minimal-intervenierendes Behandlungskonzept erscheint nur dann sinnvoll, wenn die tradierte Vorstellung der Karies als eine quasi klassische Infektionskrankheit überdacht wird. Dieses Paradigma basierte auf der wenig zutreffenden Annahme, dass eine (exogene) Inokulation mit spezifischen Keimen (vor allem *Streptococcus mutans*) unweigerlich zu einer Karies führt und somit eine Besiedelung beim Kleinkind am besten verhindert werden sollte. Auch wenn bald darauf erkannt wurde, dass dies meist gar nicht möglich ist, stand für viele Jahre neben der Ernährunglenkung und Mundhygieneverbesserung, sozusagen gleichberechtigt, eine Reduktion der kariogenen Keime im Fokus der Kariesprävention. Als eine weitere Konsequenz der spezifischen Plaquehypothese wurde meist frühzeitig invasiv eingeschritten, da auch in un kavitierten Läsionen einzelne Keime vermutet wurden, die unweigerlich zu einer weiteren Kariesprogression führen könnten. Nach gleichem Verständnis

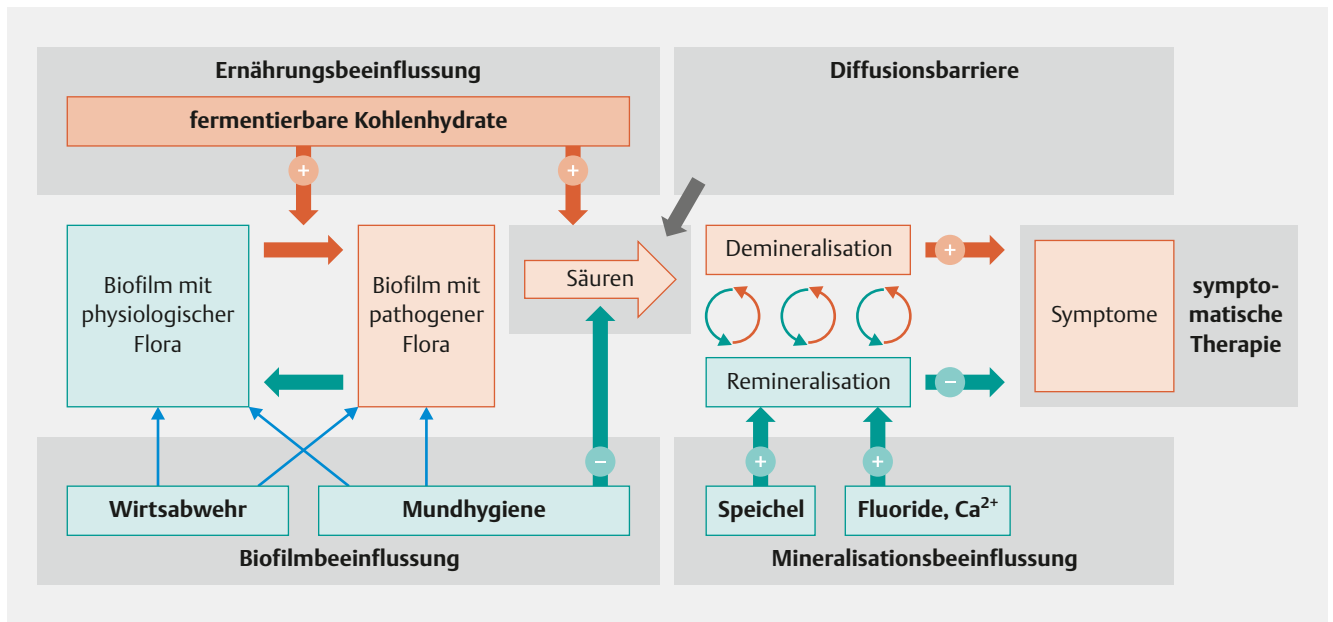
wurden auch bei der Kavitätenpräparation die Zahnhartsubstanzen extensiv entfernt [8].

#### Merke

Das Paradigma der spezifischen Plaquehypothese resultiert in einer restaurativ ausgerichteten Behandlungsstrategie, die einen hohen DMFT-Wert zur Folge hat.

Heutzutage wird in der Wissenschaft die sogenannte ökologische Plaquehypothese favorisiert, die Karies somit als Folge der Veränderung des Gleichgewichts verschiedener (endogener) kariogener und nicht kariogener Bakterien in Abhängigkeit vom Ausmaß des Zuckerkonsums betrachtet [9].

► **Abb. 1** zeigt ein aktuelles, an der ökologischen Plaquehypothese orientiertes Modell zur Ätiopathogenese der Karies [8]: Einer zuckerreichen Ernährung kommt nach dem gegenwärtigen Verständnis eine zentrale Rolle zu [10]. Diese exponierte Rolle des Zuckers ist dadurch zu begründen, dass Karies eine Erkrankung in Zivilisationen ist, in denen vermehrt (oder übermäßig viel?) Zucker konsumiert wird, was in dem weit überwiegenden Anteil der Menschheitsgeschichte nicht der Fall war. Ein übermäßig hoher Konsum an niedermolekularen Kohlenhydraten scheint daher eher unphysiologisch zu sein als die Existenz normalerweise geringer Mengen an potenziell kariogenen Keimen in der natürlichen Mikroflora. Durch die häufige Zufuhr niedermolekularer Kohlenhydrate kommt es jedoch zu einer pathologischen Veränderung der oralen Mikroflora unter Begünstigung azidogener und azidurischer Spezies [9]. Der Konsum niedermolekularer Kohlenhydrate führt auch dazu, dass potenziell kariogene Bakterien wie *Streptococcus mutans* im dentalen Biofilm organische Säuren produzieren, die eine Demineralisation der Zahnhartsubstanzen induzieren. Hierdurch entstehen letztlich die für Karies charakteristischen Symptome. Doch auch protektive Faktoren wirken auf den Kariesprozess ein. Sowohl die Wirtsabwehr als auch die Mundhygiene des Patienten limitieren das Wachstum und die Stoffwechselaktivität des oralen Biofilms sowie dessen Säureproduktion. Der Speichel begünstigt mit seinen puffernden Eigenschaften und seinem Mineralgehalt eine Remineralisation der Zahnhartsubstanzen. Durch eine äußere Zufuhr von Fluoriden und eventuell auch Kalziumverbindungen kann die remineralisierende Wirkung des Speichels zudem noch verstärkt werden. Die Remineralisationsprozesse lindern die klinischen Symptome. Neben diesen lokal und direkt wirkenden Faktoren sind auch andere verhaltensbedingte und sozioökonomische Faktoren mit Karies assoziiert, wie aus epidemiologischen Untersuchungen erkennbar wird [8].



► **Abb. 1** Schematische Darstellung der Pathogenese des Kariesprozesses. Der primäre kausale pathogene Faktor (dunkelrot) für Karies ist der häufige Konsum niedermolekularer Kohlenhydrate (Zucker). Hierdurch kommt es zu einer Veränderung der bakteriellen Flora des oralen Biofilms und zu einer Begünstigung azidogener und azidurischer Spezies (pathogene Flora). Durch deren erhöhte metabolische Aktivität, die ebenfalls durch häufigen Zuckerkonsum verursacht wird, kommt es zu einer vermehrten Bildung von organischen Säuren. Dies wiederum führt zu einer Begünstigung der Demineralisation von Zahnhartsubstanzen, was letztlich zu den charakteristischen Symptomen der Karies führt. Demgegenüber stehen einige protektive Faktoren (dunkelgrün): Die Wirtsabwehr (Immunsystem) und die Mundhygiene des Patienten limitieren die Anzahl oraler Mikroorganismen, und letztlich kann durch Mundhygiene der Biofilm zumindest lokal entfernt und dadurch eine Säurebildung verhindert werden. Zudem wird durch die Bestandteile des Speichels sowie zugeführte Fluoride oder Kalziumverbindungen die Remineralisation von Zahnhartsubstanzen gefördert. Dies kann wiederum die klinischen Symptome der Karies lindern. Neben diesen direkten Einflussfaktoren haben einige indirekte Faktoren (über die direkten Faktoren wirkend) nur einen mittelbaren Einfluss auf den Kariesprozess, sind aber teilweise stark mit diesem assoziiert. Aus Gründen der Vereinfachung wurden nicht alle Assoziationen gekennzeichnet [8]. Ernährungs-, Mineralisations- und Biofilmmodifikation adressieren den Kariesprozess kausal. Die Etablierung einer Diffusionsbarriere auf dem (Versiegelung) oder im (Kariesinfiltration) Zahn ist eine mikroinvasive Maßnahme zur Verhinderung einer Demineralisation. Die invasive Therapie stellt bei klaren klinischen Zeichen (Kavitation) und Symptomen (Schmerz) die Therapie der Wahl dar.

### Merke

Alle Bakterien sind nach der ökologischen Plaquehypothese Teil der physiologischen Flora. Nur durch den exogenen Faktor „fermentierbare Kohlenhydrate“ werden solche Bakterien (u. a. auch *S. mutans*) im Wachstum gefördert, die niedermolekulare Zucker in organische Säuren metabolisieren (Azidogenität) und das saure Milieu tolerieren (Azidurizität) können.

Mit Ausnahme des Konsums „niedermolekularer Kohlenhydrate“, der als pathogener Faktor angesehen wird, werden alle anderen lokalen Faktoren, die den Kariesprozess beeinflussen, als protektive Faktoren dargestellt. Die Minderung oder der Wegfall der protektiven Faktoren kann jedoch schwerwiegende Auswirkungen auf den Kariesprozess haben. So führt der Wegfall der protektiven Funktion des Speichels häufig zu extrem schnell voranschreitender Karies, obwohl andere Faktoren kaum verändert sind. Insofern sind sowohl eine Steigerung des pathogenen Faktors als auch der Wegfall oder die Minderung protektiver Faktoren als Risikofaktoren für Karies anzusehen.

### Merke

Nach dem gegenwärtigen Wissen scheint die ökologische Plaquehypothese die derzeit am weitesten akzeptierte Theorie zur Ätiologie und Pathogenese der Karies zu sein. Die ökologische Plaquehypothese stellt eine Verschiebung des ökologischen Gleichgewichts in der Mundhöhle in den Vordergrund der Kariesätiologie und führt zu therapeutischen Ansätzen, die auf eine Kontrolle der verschiedenen ätiologischen Faktoren des Prozesses abzielen.

Nach unserem heutigen Verständnis ist Karies also eine durch Zuckerkonsum verursachte, aber multifaktoriell beeinflusste Erkrankung. Ob und wie schnell Karies entsteht, hängt von dem komplexen Zusammenspiel der verschiedenen beteiligten pathogenen und protektiven Faktoren ab [11]. Der dynamische Charakter des Kariesprozesses erlaubt eine Beeinflussung der Erkrankung in jedem Stadium. Ansätze zur Kariesprävention (noninvasive Therapie) zielen daher auf die Minimierung des pathogenen und die Unterstützung der protektiven Faktoren ab. Allerdings stößt man hierbei bei weit voran-

geschrittenen Läsionen und vor allem bei Kavitation an biologische Grenzen, sodass nach wie vor invasive Therapien unumgänglich sind.

#### Merke

Nicht nur die noninvasiven, sondern auch die invasiven Therapien zur Behandlung der Karies sollten primär darauf abzielen, ein für die Mikroorganismen günstiges orales Milieu zu beseitigen und dessen erneutes Auftreten nachhaltig zu verhindern.

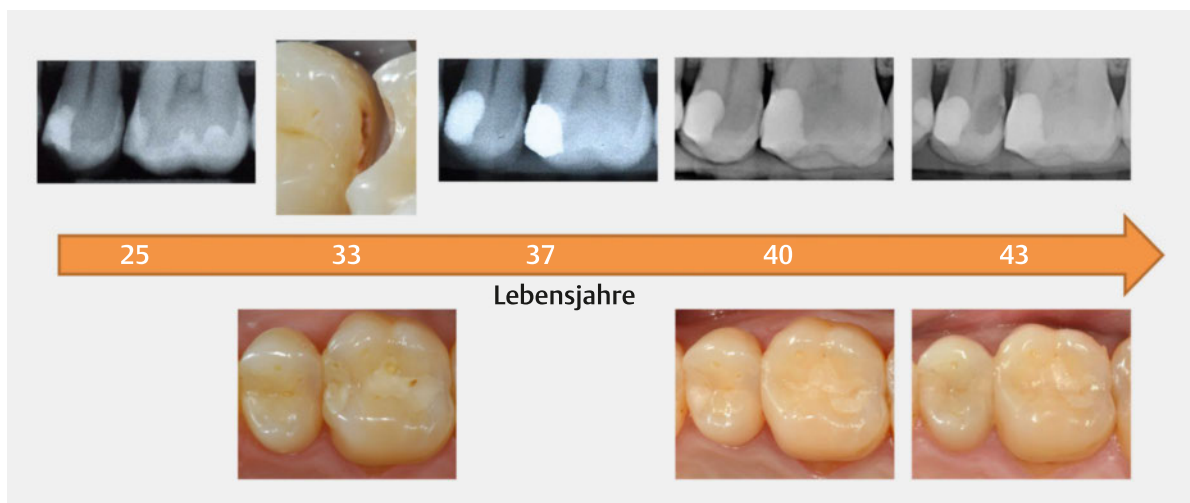
## Therapeutische Konsequenz: „Heal & Seal“-Konzept

Ein alleiniges restauratives Konzept, um den Kariesprozess zu behandeln, sollte demnach der Vergangenheit angehören. Vielmehr entsteht aufgrund der geringen Progressionstendenz der (approximalen) Karies [6] ein ausreichend großes Zeitfenster, um zunächst nicht- und mikroinvasive Maßnahmen anzuwenden (► **Abb. 2**).

Dieses minimal-intervenierende Kariesbehandlungskonzept kann am besten mit dem Anglizismus „Heal & Seal“ umrissen werden (► **Abb. 3**).

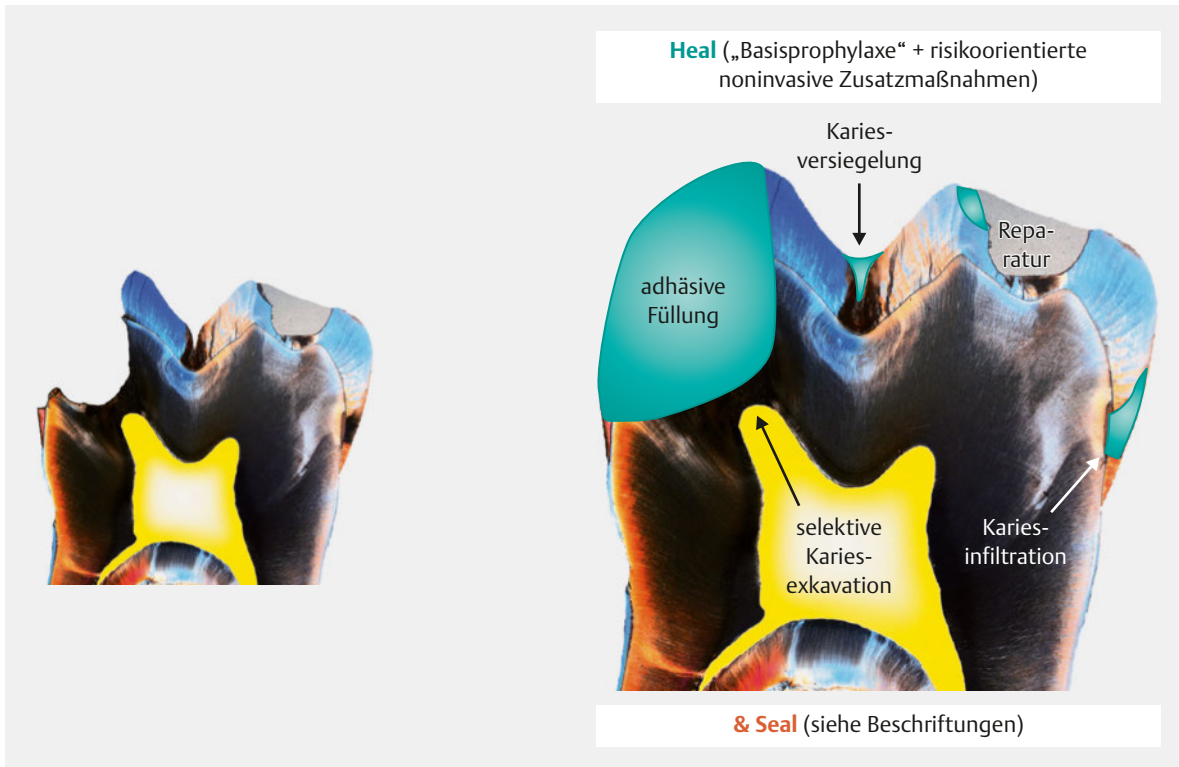
► **Tab. 1** Vorgehensweisen zur Kariesbehandlung.

noninvasiv	mikroinvasiv	minimalinvasiv
Etablierung von Basismaßnahmen durch den Patienten (d. h. 2-mal täglich Putzen mit fluoridierter Zahnpasta)	Versiegelung von Okklusalfächern (gesund und kariös)	pulpalanah „selektive“ Kariesexkavation
ggf. zusätzliche Anwendung risikoorientierter noninvasiver Maßnahmen (professionell oder eigenständig)	(approximale) Kariesinfiltration	adhäsive Füllungsreparatur minimalinvasive adhäsive Füllungs- therapie



► **Abb. 2** Approximale Karies und Füllungen über 18 Jahre: Während die mesialen Flächen der Zähne 25 und 26 bereits mit ca. 20 Lebensjahren mit Kompositfüllungen versorgt wurden, wurden die mit 25 Lebensjahren röntgenologisch bis in das 1. Dentindrittel sichtbaren Läsionen an den jeweiligen distalen Flächen rein noninvasiv behandelt (Empfehlung Zahnpasta, zuckerarme Ernährung). Mit 33 Lebensjahren wurde die mesiookklusale Füllung an Zahn 26 aufgrund von Schmerzen erneuert und die an der Oberfläche raue, aber nicht wirklich kavitierte kariöse Läsion konnte direkt eingesehen werden. Gleichwohl wurde die Behandlungsstrategie für die beiden distalen Flächen nicht geändert. Bei den Kontrollen mit 37 und 40 Lebensjahren konnten weder klinische noch röntgenologische Veränderungen festgestellt werden, die Füllung an 26 mesial wurde aufgrund einer Fraktur in dieser Zeit wiederum erneuert. Bei der Kontrolluntersuchung mit 43 Lebensjahren offenbarte sich allerdings ein Fortschritt der Karies an 25 distal; die Karies an 26 distal blieb weiterhin stabil. Dieser Verlauf verdeutlicht zum einen, dass Füllungen nicht immer sehr lange halten und zum anderen eine rein noninvasive Therapie nicht immer erfolgreich ist. Gleichwohl wäre es wünschenswert, durch beispielsweise die Kariesinfiltration die erste Füllungstherapie einer Zahnfläche noch länger als hier gezeigt hinauszuzögern.





► **Abb. 3** Histologischer Zahnschnitt zur Illustration des „Heal & Seal“-Konzepts: Neben einer am Kariesrisiko des Patienten ausgerichteten noninvasiven Therapie („Prävention“) werden verschiedene Verfahren angewendet, die konzeptionell eben nicht auf einer „vollständigen“ Exkavation („Drill & Fill“) beruhen, sondern darauf, möglichst viel Zahnhartschubstanz zu erhalten.

## Grundlagen der Infiltrationstechnik

Die Kariesinfiltration ergänzt seit einigen Jahren (2009) das bisherige Behandlungsspektrum bei Karies. Die ursprüngliche Idee zielte darauf hin, das bis dahin recht eingeschränkte Behandlungsspektrum approximaler kariöser Läsionen zu erweitern.

Bei der Kariesinfiltration wird die kariöse Zahnoberfläche mittels 15%iger Salzsäure konditioniert und danach die Läsion getrocknet. Sodann werden fließfähige Kunststoffe (Infiltranten) aufgetragen, die in die poröse Struktur des Läsionskörpers einer Karies eindringen. Nach der Aushärtung versiegelt der Infiltrant die Karies gewissermaßen intern, wodurch eine weitere Kariesprogression verhindert wird [12].

Dies ist prinzipiell auch an allen anderen Zahnflächen durchführbar, allerdings sollte man sich immer die Frage stellen, ob es sich um eine aktive (progrediente) und damit behandlungsbedürftige Karies handelt. Darüber hinaus kann durch Infiltration bei ästhetisch störenden „White-Spot“-Läsionen ein Maskierungseffekt erzielt werden. Zur ausführlichen Beschreibung der Grundlagen und der Entwicklung der Technik verweisen wir auf die oben genannten Übersichtsarbeiten [2].

### Merke

Der Infiltrant dringt nach teilweiser Entfernung der pseudointakten Oberflächenschicht und Trocknung der Läsion, getrieben von Kapillarkräften, in den Läsionskörper ein und verhindert nach Aushärtung ein weiteres Voranschreiten einer Karies. Zudem können White-Spot-Läsionen durch Infiltration optisch maskiert werden.

## Infiltration zu Arretierung einer Karies

### Diagnostik und Indikation

Die Approximalkaries kommt nach wie vor bis zu einem mittleren Erwachsenenalter am häufigsten vor im Vergleich zu anderen Lokalisationen und ist somit auch am relevantesten für eine Kariesinfiltration. ► **Tab. 2** gibt einen Überblick über die wichtigsten aktuellen diagnostischen Hilfsmittel sowie die diagnostischen und therapeutischen Konsequenzen.

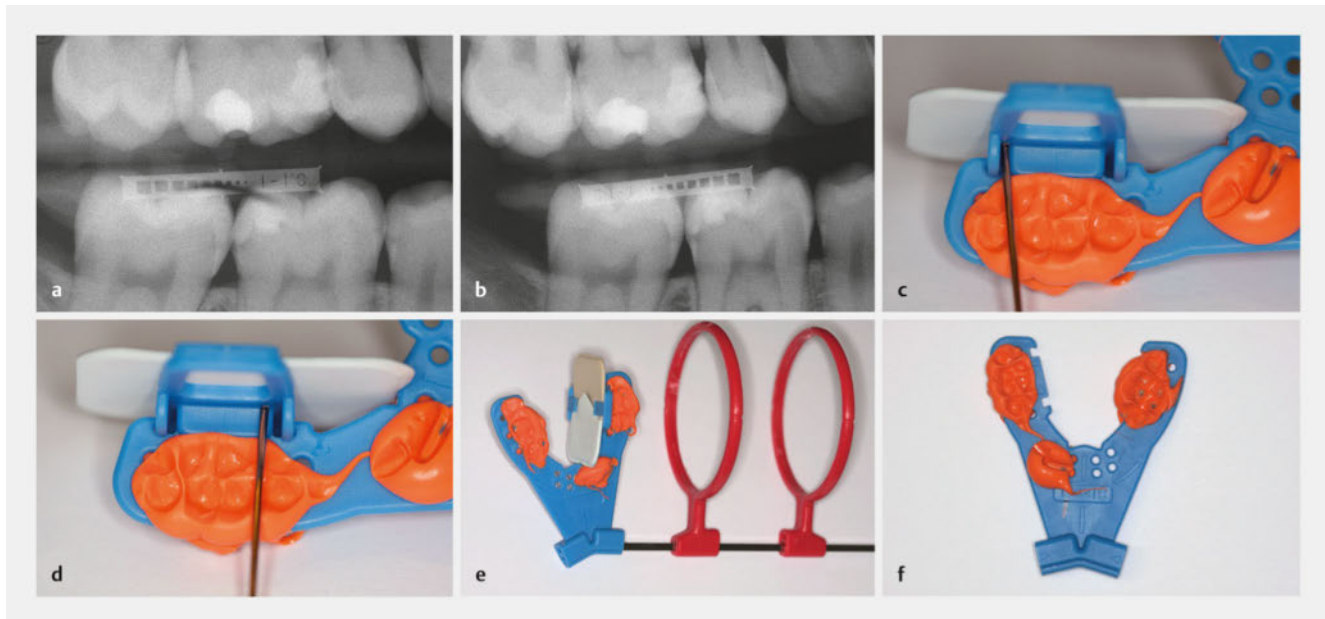
Zur Indikationsstellung bedarf es grundsätzlich einer Einschätzung

- der Ausdehnung der Karies,
- des Vorhandenseins von klinisch relevanten Kavitationen,
- der Wahrscheinlichkeit einer Kariesprogression anhand des individuellen und/oder lokalen Kariesrisikos.

► **Tab. 2** Befunde, Diagnosen (lateinische Bezeichnungen) und Therapievorschläge bei Karies [13].

		inaktive Karies (Caries non-progressiva)	gesund (unter Risiko)	aktive Karies (Caries progressiva = C. p.)		
				C. p. superficialis	C. p. media	C. p. profunda
Diagnostik	visuell-taktil	alle ICDAS-Stadien (inaktiv)	0	ICDAS 1–2 (aktiv)	ICDAS 3–4 (aktiv)	ICDAS 5–6 (aktiv)
	radiologisch	v. a. E0, E1, E2, D1	0	E0, E1, E2, D1	D1, D2	D2, D3
	DIAGNOdent	v. a. < 50	< 15	0–40	20–99*	keine Aussage
Therapievorschlag (Invasivität)		keine	noninvasiv oder mikroinvasiv	minimalinvasiv	invasiv + Pulpa-schutz, ggf. Endo	

\* Werte schwanken stark.



► **Abb. 4** Während bei freihändiger Ausrichtung oftmals Überlagerungen der Approximalflachen auftreten (a), wird dies mithilfe individualisierbarer Rontgenfilmhalter (DMC, Hamburg) minimiert (b). Anhand der Einbisse des Bissregistrierungsmaterials kann man vor der Anfertigung des Röntgenbilds abschätzen, ob die approximalen Flächen Uberlagerungsfrei dargestellt werden können, was im vorliegenden Fall aufgrund der divergierenden Flächen am oberen ersten Molaren zumindest dort nicht ganz möglich war (c, d). Nur die Bissplatte (Halter für Film ist abnehmbar) wird für weitere Aufnahmen aufbewahrt (f), die dann in einer reproduzierbaren dreidimensionalen Beziehung des Röntgenstrahls, der Zähne und des Films durchgeführt werden können, sodass die Vergleichbarkeit von Röntgenaufnahmen zu unterschiedlichen Zeitpunkten gewährleistet werden kann (e). Quelle: Meyer-Lückel H, Paris S. Kariesinfiltration. Zahnmedizin up2date 2011; 4: 323–340.

### Merke

Die Ausdehnung der Karies auf dem Röntgenbild ist zumeist geringer als die histologische und damit auch geringer als diejenige, die man nach Aufziehen der Kavität klinisch feststellt.

Bei geschlossener Zahnreihe stehen wir allerdings vor der Herausforderung, dass die Ausdehnung einer approximalen Karies nur durch eine qualitativ ausreichende Bissflugeltechnik zuverlässig beurteilt werden kann und die Kavitation mithilfe einer feinen Sonde zumindest abgeschätzt werden muss. Um die Qualität der Kariesbeurteilung auf Bissflugelrontgenaufnahmen zu erhöhen, wird

die Verwendung von individualisierbaren Rontgenfilmhaltern empfohlen (► **Abb. 4**).

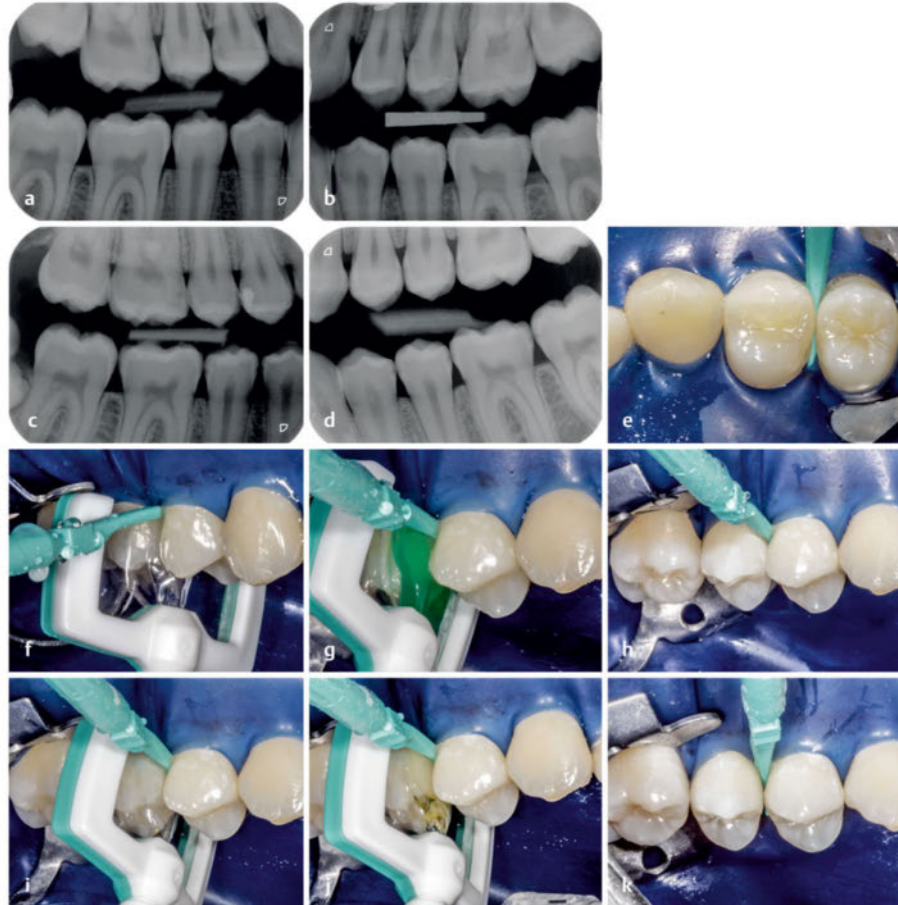
Folgende Überlegungen führten zu der Abgrenzung des Indikationsbereichs für die approximale Kariesinfiltration:

- Oberflächliche Läsionen können durch eine rein nicht-invasive Therapie arretiert werden.
- Eine Kavitation kann zumindest bei geschlossener Zahnreihe nicht zuverlässig infiltriert oder gefüllt werden. Während radiologische D2-Läsionen meist kavitiert sind, ist dies bei D1-Läsionen nur zu ca. 30% der Fall.



## KASUISTIK

► **Abb. 5** zeigt einen interessanten Fall einer zu Beginn der Therapie 11-jährigen Patientin. Die ersten Bissflügelaufnahmen zeigen lediglich eine kariöse Läsion, allerdings bis in die mittlere Dentinhälfte (D2) an Zahn 14 distal, die zu diesem Zeitpunkt mit einer Füllung versorgt wurde. Ansonsten lag kein akuter Behandlungsbedarf vor; es wurde eine engmaschige individualprophylaktische Begleitung empfohlen. Gleichwohl zeigten die Bissflügelaufnahmen 2,5 Jahre später, dass an fast allen approximalen Flächen un kavitierte, aktive kariöse Läsionen entstanden waren, die aufgrund der röntgenologischen Extension bis maximal in das 1. Dentindrittel infiltriert werden konnten (Diagnose: Caries progressiva superficialis). Die Behandlung erfolgte in 4 Sitzungen quadrantenweise. Das Vorgehen soll exemplarisch anhand des 1. Quadranten dargestellt werden (► **Abb. 5**). Bei mehreren zu infiltrierenden Läsionen in einem Quadranten empfiehlt es sich, dorsal mit der Infiltration zu beginnen, da sonst der sehr fließfähige Infiltrant versehentlich die hinteren Zähne benetzen könnte.



► **Abb. 5 a, b** Im Alter von 11 Lebensjahren zeigte sich eine kariöse Läsion an 14 distal, die invasiv behandelt werden musste. **c, d** Bei der Kontrolle 2,5 Jahre später offenbarten sich an vielen approximalen Flächen röntgenologisch sichtbare Läsionen (Ausdehnung: E1–D1). Unter anderem wurde Zahn 15 mesial infiltriert. Nach dem Legen von Kofferdam wurden die Zähne 14 und 15 mit einem zu dem Behandlungsset Icon® (DMG, Hamburg) gehörenden abgeflachten Keil separiert (**e**). Hierdurch wurde das Einführen des Folienapplikators ermöglicht (**f**). Der Folienapplikator besteht aus einer partiell verschweißten Doppelfolie, die einseitig (grüne Seite) perforiert ist. **g** Durch Drehen an der entsprechenden Spritze wurde das Ätzel (HCl 15%; Icon-Etch) appliziert und ein gleichmäßiger Materialauftrag visuell kontrolliert. Nach dem Absprühen des Ätzelgels und anschließender Trocknung erkennt man eine matte und dezent opake Zahnoberfläche (**h**). Durch das Auftragen von Ethanol (Icon-Dry) wurde restliches Wasser mit Ethanol vermischt; die Läsion kann hierdurch besser getrocknet werden (**i**). Ein neuer Folienapplikator für die Infiltration (Icon-Infiltrant) wurde unter Zuhilfenahme des Separationskeils inseriert und der Materialauftrag wiederum visuell kontrolliert (**j**). Hierbei wurde darauf geachtet, dass überschüssiger Infiltrant zwischen Folie und Zahn sichtbar war. War dies nicht der Fall, wurde etwas mehr Infiltrant aufgetragen (ca. alle 30 s). Nach der Applikationszeit von 3 min wurden grobe Überschüsse mit dem Luftpuster und dem Sauger entfernt, der Bereich wurde mit Zahnseide gereinigt und anschließend für 40 s lichtgehärtet. Nach diesem 1. Infiltrationsschritt waren keinerlei Materialüberschüsse erkennbar, die ggf. mit einem Scaler hätten entfernt werden können. Zur Kompensation der Polymerisationschumpfung wurde der Infiltrant ein 2. Mal appliziert (ca. 10 s). Nach Säuberung, Lichthärtung und Abnahme des Kofferdams wurde der Bereich abschließend kontrolliert (**k**). Die röntgenologische Ausdehnung der behandelten Läsion und das Datum der Behandlung wurden in einem zum Behandlungsset gehörenden Patientenheft vermerkt.

- Die Karies sollte nicht zu tief sein, damit diese gefahrlos weiter beobachtet werden kann. Dies ist bei einer D2-Läsion nicht mehr der Fall, selbst wenn diese un kavitiert wäre.

Somit ist es bei potenziell progredienten un kavitierten approximalen kariösen Läsionen mit einer röntgenologischen Ausdehnung in die innere Schmelzhälfte bis maximal in das 1. Dentindrittel ratsam zu infiltrieren (► **Tab. 2**). Aufgrund der geringen Schmelzdicke können Läsionen an Milchzähnen auch schon bei ersten radiologischen Anzeichen infiltriert werden. Grob geschätzt sind dies durchschnittlich 5–8 proximale Flächen pro Mensch bis zu einem Lebensalter von 40 Jahren, die prinzipiell infiltriert werden könnten.

### Merke

**Radiologische Schmelzläsionen (E1 und E2) weisen klinisch nur sehr selten Kavitationen auf und somit innerhalb des Läsionskörpers nur wenige Bakterien. Erst mit Kavitation (bei D1: ca. 30% der approximalen Läsionen [14]) etabliert sich ein Biofilm innerhalb des kavitierten Schmelzbereichs, der kaum mit Zahnseide entfernbar ist.**

### PRAXISTIPP

Der Infiltrant ist nicht röntgenopak – eine röntgenologisch gesicherte Arretierung der Karies gilt als Behandlungserfolg. Hierzu sollten möglichst überlagerungsfreie Bissflügelröntgenbilder, bestenfalls unter Zuhilfenahme der in ► **Abb. 4** gezeigten Röntgenhalter, angefertigt werden. Um den Patienten bei einem Behandlerwechsel vor einer vorzeitigen invasiven Therapie zu bewahren, wird ein entsprechendes Behandlungsheft ausgehändigt, in dem die behandelten Zähne mit den jeweiligen röntgenologischen Ausdehnungen dokumentiert werden. Dieses Heft soll ebenso helfen, dem nachfolgenden Behandler die Anforderung der bereits vorhandenen Röntgenaufnahmen sowie ggf. des individualisierbaren Röntgenhalters beim Vorbehandler zu erleichtern.

### Anwendung

Insofern an benachbarten approximalen Flächen nur eine zu infiltrierende Karies vorliegt, empfiehlt sich die Benutzung der Folienbügelhalter. Es ist hierbei keine vorherige Separation der Zähne notwendig; die Behandlung erfolgt in einer Sitzung.

Insofern an benachbarten Approximalflächen infiltrierbare Läsionen diagnostiziert werden, können diese ohne Zuhilfenahme der Folienbügelhalter behandelt werden (► **Abb. 6**). Dies spart nicht nur Zeit, sondern auch Material, da neben der gleichzeitigen Behandlung von 2 Läsionen auch der Totraum der hierbei verwendeten Kanülen

wesentlich kleiner ist als derjenige der Folienbügelhalter. Somit reduziert sich der Materialpreis pro behandelter Läsion deutlich. Eine Auflösung des approximalen Kontaktpunkts oder eine „Verklebung“ der approximalen Flächen ist bei gewissenhafter Entfernung überschüssigen Kunststoffes vor der Lichthärtung nicht zu befürchten.

Insbesondere bei kleineren Kindern im Alter von 5 bis 9 Jahren stellt die Kariesinfiltration nicht kavitiert Läsionen eine Alternative zur invasiven Therapie dar (► **Abb. 7**). Hierbei ist es das Ziel, bestenfalls eine invasive Therapie bis zur Exfoliation zu vermeiden.

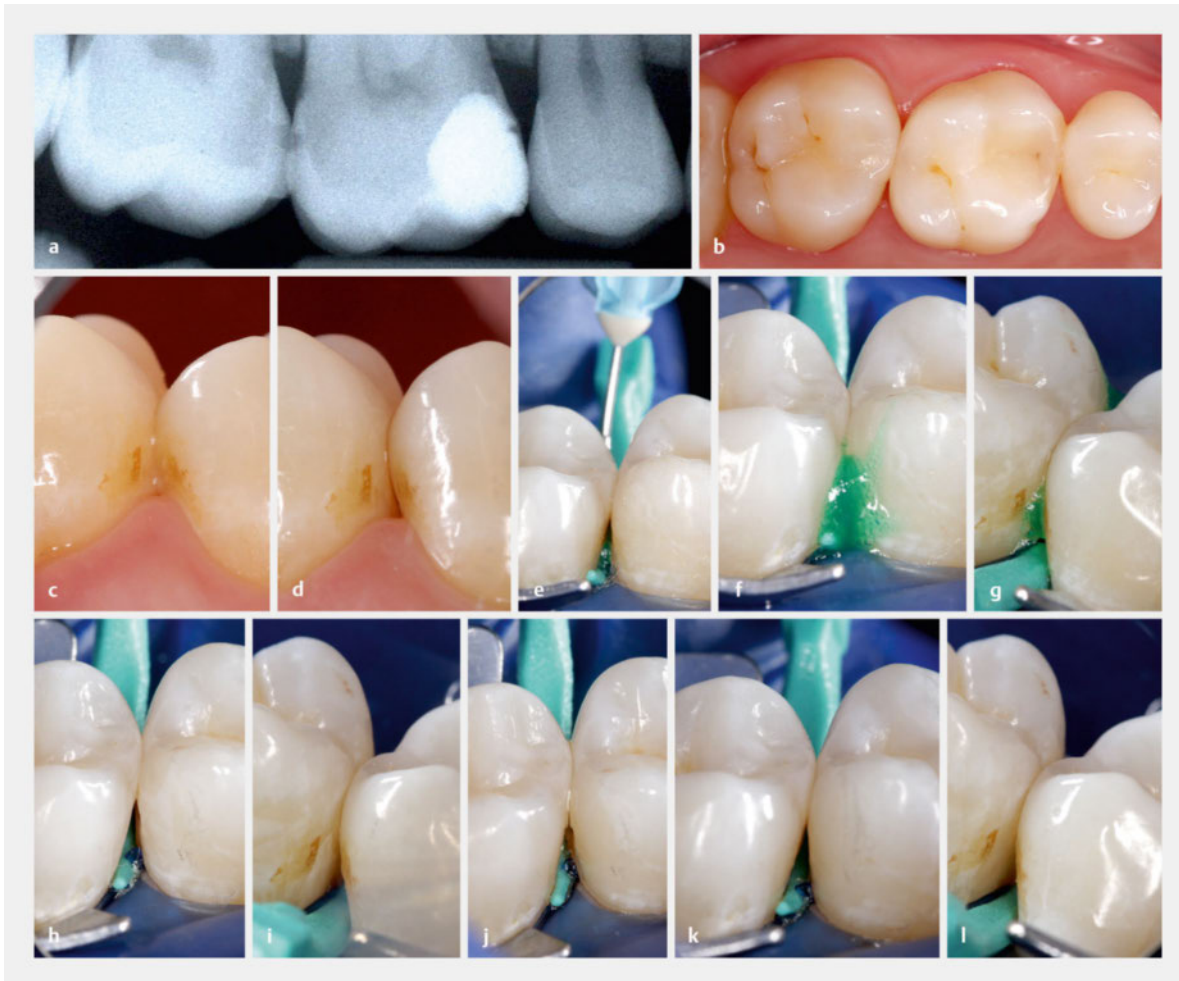
Eine intensive Trocknung der kariösen Läsion vor Infiltration ist sehr wichtig. Hierbei ist die Verwendung von Kofferdam sicherlich der beste Weg, allerdings kann ein sogenannter Mini-Dam (DMG, Hamburg) helfen, die Papille nach apikal zu drücken und ausreichend trockene Verhältnisse zu erhalten (► **Abb. 8**).

### Evidenz

Inzwischen gibt es einige publizierte [12, 15–18] sowie als Abstrakt vorliegende Studien, welche die Wirksamkeit der approximalen Kariesinfiltration aufzeigen (► **Tab. 3**). Bei allen Studien wurden Läsionen mit einer röntgenologischen Ausdehnung bis maximal in das 1. Dentindrittel (D1) inkludiert und randomisiert im Kreuzdesign eine oder mehrere infiltrierte Läsionen meist einer gleichen Anzahl an Kontrollläsionen zugeordnet. Je nach Kariesrisiko wurden unterschiedliche zusätzliche noninvasive Maßnahmen bei den Patienten etabliert, sei es die Intensivierung einer regelmäßigen Zahnseidenbenutzung, die häusliche Verwendung von Fluoridgele oder die professionelle Applikation von Fluoridlacken.

Alle Studien zeigen eine deutlich bessere Wirksamkeit der Kariesinfiltration in Bezug auf die Verhinderung einer Kariesprogression im Vergleich zur Kontrolle (► **Tab. 3**). Die Studie mit der längsten Beobachtungsdauer von 7,5 Jahren (nur Abstract) zeigt eine Überlebensrate der infiltrierte Läsionen von 94% und einen relativen Vorteil (ausgedrückt als relative Risikoreduktion) gegenüber einer rein noninvasiven Therapie von 87% (► **Abb. 9**). Diese Werte liegen auf einem ähnlichen Niveau wie diejenigen zur Wirksamkeit der (Fissuren-)Versiegelung [19].

Auch Patienten mit hohem Kariesrisiko und röntgenologisch bereits deutlich in das 1. Dentindrittel vorgeschrittenen approximalen kariösen Läsionen profitieren von einer Infiltration in ähnlichem Ausmaß wie Patienten, die ein vergleichsweise niedriges Kariesrisiko haben [17]. Allerdings sollte vor der Behandlung nach dem Legen von Kofferdam und Verwendung des Keilchens unbedingt darauf geachtet werden, dass keine kavitierte Läsion versehentlich behandelt wird, da selbst Mikrokavitationen nur unzureichend mit dem Infiltranten aufgefüllt werden können.

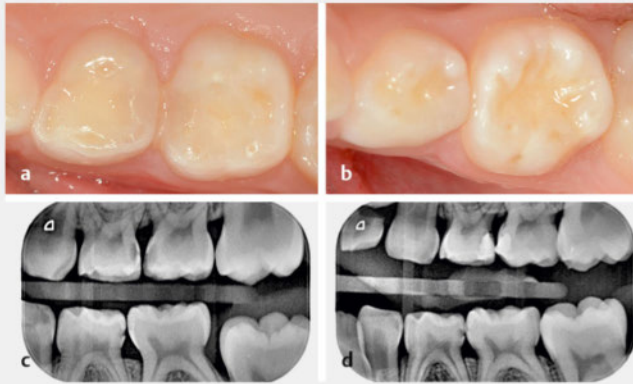


► **Abb. 6** Die 25-jährige Patientin wies bei einer Routineuntersuchung (a) an den Zähnen 16 distal und 17 mesial D1-Läsionen auf (b). Sie wurde bereits in der Vergangenheit auf die Notwendigkeit der Intensivierung der Zahnseidenbenutzung, insofern keine Reduzierung des Zuckerkonsums umgesetzt wird, hingewiesen. Der approximal sichtbare Biofilm (c, d) verdeutlicht, dass diese Empfehlung nicht umgesetzt wurde, sodass aufgrund der ebenfalls festgestellten Progressionstendenz der beiden benachbarten Läsionen eine Kariesinfiltration empfohlen wurde. Nach Reinigung der beiden Zähne, dem Legen von Kofferdam und einem Icon-Keilchen wurde Icon-Etch mit einer Kanüle von bukkal appliziert (e). Hierbei drückt sich das Salzsäuregel unterhalb des Kontaktpunkts bis zur palatinalen Seite (f). Bukkal wurde auf eine möglichst sparsame Applikation geachtet, und die verfärbten Schmelzbereiche wurden nicht geätzt (g). Nach 2 min wurde das Ätzgel abgesprüht und der Approximalbereich für ca. 20 s ausgiebig getrocknet. Nach Applikation des Icon-Dry für ca. 10 s wurde abermals für ca. 10 s der Bereich wiederum mit dem Luftpuster maximal getrocknet, sodass ein Ätzmuster sichtbar wurde (h, i). Die Applikation des Icon-Infiltrants erfolgte wiederum mit einer Kanüle. Hierbei empfiehlt es sich, alle 30 s 1 Tropfen nachzuapplizieren, sodass während der Applikationszeit von 3 min immer ein Materialüberschuss gegeben ist (j). Die Reinigung erfolgt mit einem kurzen Luftstoß des Pusters und mit Zahnseide (k, l). Nach Lichthärtung erfolgte eine 2. kurze Applikation (10 s) des Infiltranten, um die Polymerisationsschrumpfung auszugleichen.

Auch eine Cochrane-Übersichtsarbeit bestätigt, dass eine mikroinvasive Behandlung approximaler Läsionen signifikant effektiver ist als rein noninvasive Maßnahmen (z. B. Fluoridlack) oder Anleitungen zu Mundhygieneverbesserungen (z. B. Zahnseide) [7].

**Merke**  
 Die jährlichen Versagensraten für Klasse-II-Füllungen werden in universitären Studien mit ca. 2% und für praxisbasierte Studien mit ca. 4–5% angegeben. Die proximale Kariesinfiltration scheint ähnlich (niedrige) Versagensraten von ca. 2% aufzuweisen, auch wenn die bisher publizierten Studien noch keine zuverlässige Aussage erlauben.

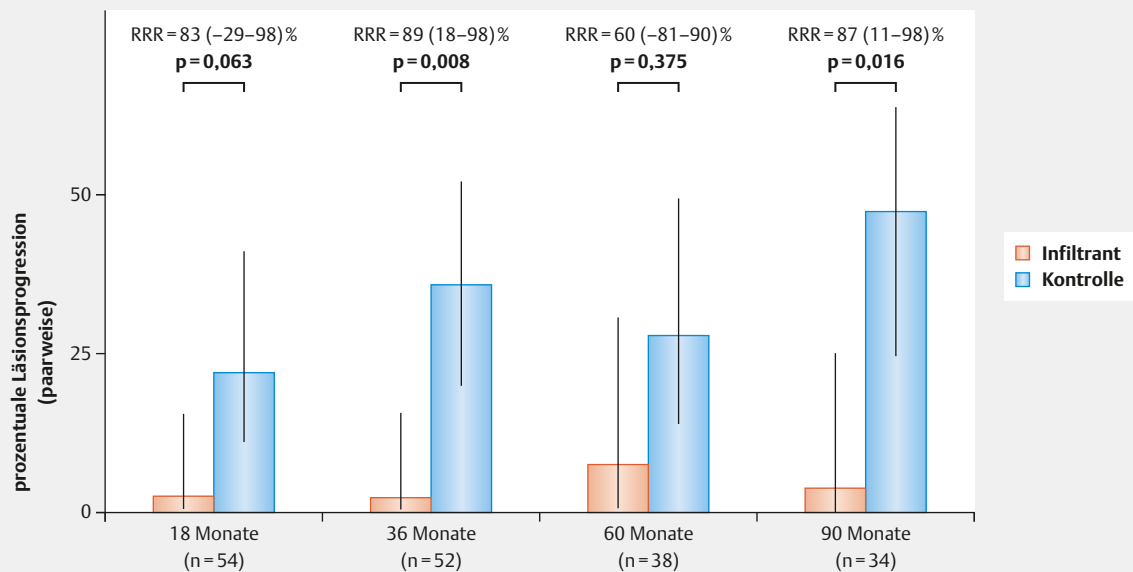




► **Abb. 7** Der 7-jährige Junge wies an den Zähnen 64 distal und 65 mesial kavitierte kariöse Läsionen auf, die mit einer Kompositfüllung versorgt wurden (a, d). An Zahn 74 distal und 75 mesial waren unkavitierte kariöse Läsionen, die röntgenologisch bis in das 1. Dentindrittel extendiert waren, zu erkennen (c). Auf dem röntgenologischen Kontrollbild nach 1 Jahr sieht man keine Progression der Läsionen im Unterkiefer (c, d), auch wenn die leicht andere Röntgenprojektion der Zähne die Interpretation erschwerte. Das klinische Bild bestätigte die Stabilität der kariösen Läsionen im Unterkiefer; die Randleisten wirken normal (b). Die Füllungen sind intakt, wenn auch mit leicht überkonturierten Rändern aufgrund der erschwerten Kontaktpunktgestaltung (a, d).



► **Abb. 8** Ein sog. Mini-Dam (DMG, Hamburg) kann bei der Trockenlegung helfen. Hierbei müssen allerdings zusätzlich Watterollen verwendet werden. In der Prämolarenregion ist dieser sehr einfach zu applizieren (a), während bei endständigen Zähnen der Gummi am distalen Zahn schlecht hält (b), sodass man sich mit einer Kofferdam-Klammer behelfen sollte (c).



► **Abb. 9** Übersicht der Progressionsraten der bisher am längsten laufenden Studie zur approximalen Kariesinfiltration an permanenten Zähnen [12]. Die relative Risikoreduktion (RRR) ist der relative Erfolg durch Infiltration im Vergleich zur Standardtherapie (Instruktionen zur Interdentalraumhygiene und Fluoridierung).

► **Tab. 3** Studien zur approximalen Kariesinfiltration im Kreuzdesign sowie eine Studie im Paralleldesign zur Kariesprogressionsverhinderung durch Infiltration an vestibulären Zahnflächen.

Autoren	Jahr	n (Läsionen pro Gruppe)	Beobachtungsdauer	Progression Kontrolle	Progression Infiltrant	relative Risikoreduktion
<b>Permanente Dentition</b>						
Paris u. Meyer-Lueckel [12, 18]	2010, 2012	26 bzw. 17	3 Jahre bzw. 7,5 Jahre*	42 bzw. 47%	4 bzw. 6%	90 bzw. 87%
Martignon et al. [16]	2012	37	3 Jahre	70%	32%	54%
Meyer-Lueckel u. Paris [17]	2016	186 bzw. 165	1,5 Jahre bzw. 3 Jahre*	31 bzw. 38%	5 bzw. 13%	83 bzw. 68%
Peters et al.*	2012	17	1 Jahr	47%	12%	66%
<b>Milchzähne</b>						
Ekstrand et al. [15]	2010	39	1 Jahr	62%	23%	63%
Foster Page et al.*	2016	66/69	2 Jahre	44%	21%	52%
Soviero et al.*	2016	30	1 Jahr	30%	10%	67%
<b>Milchzähne (fazial)</b>						
Turska-Szybka et al. [20]	2016	40/41 Kinder	1 Jahr	29%	8%	72%

\* nur Abstrakt

Die randomisierte Verteilung D1- zu E2-Läsionen war bei Peters et al. und Paris u. Meyer-Lueckel nachteilig für die Infiltrationsgruppe (= ca. 30–50% mehr D1-Läsionen als in der Kontrolle).

## Kosteneffektivität

Basierend auf publizierten klinischen Studien wurde die Wirksamkeit verschiedener Kariestherapien evaluiert und anschließend die langfristige Kosteneffektivität von non-, mikro- und minimalinvasiver Kariestherapie moduliert und für okklusale und approximale Läsionen verglichen. Auch wenn die initialen Kosten mikroinvasiver Therapien wie Kariesinfiltration und okklusale Versiegelung zunächst höher sind als die noninvasiver Maßnahmen, führt die bessere Wirksamkeit dieser Behandlungen langfristig dazu, restaurative Maßnahmen und damit noch höhere Kosten zu vermeiden [21, 22]. Aus der Sicht der Autoren ist es bei als aktiv eingeschätzter, nicht kavittierter approximaler Karies wesentlich sinnvoller, zunächst zu infiltrieren und nur die wenigen trotzdem progredienten Läsionen später restaurativ zu behandeln, bei denen die Infiltrationstherapie nicht erfolgreich war.

## Verhinderung der Kariesprogression an anderen Zahnflächen

Auch an anderen Glattflächen ist eine Infiltration mit dem Ziel der Kariesarretierung zumindest bei Patienten mit hohem Kariesrisiko überlegenswert. Wie die Studie zur Infiltration fazialer kariöser Milchzahnläsionen bei kleinen Kindern zeigt (► **Tab. 3**), konnten 92% der Läsionen über ein Jahr stabilisiert werden [20]. Insofern demineralisierte Bereiche an eine Kavitation angrenzen, können diese Bereiche ebenso infiltriert werden; die Kavitation wird wie gewohnt mit Komposit versorgt.

Die Infiltration nicht kavittierter Fissurenkaries an Milchmolaren scheint einen etwas größeren kariesinhibierenden Effekt im Vergleich zur Versiegelung zu ermöglichen. Beide Therapien waren hingegen signifikant besser als die alleinige Verwendung von Fluoridlack [23].

Zur Infiltration von Fissurenkaries an bleibenden Zähnen gibt es bisher nur einen experimentellen Ansatz. Hierbei konnte gezeigt werden, dass eine spezielle feine Bürste in Kombination mit einem abrasiveren Ätzel eine höhere Infiltrationstiefe im Vergleich zum herkömmlichen Vorgehen ermöglichte [24].

## Infiltration zur Maskierung

Insbesondere der Maskierungseffekt durch Infiltration hat weltweit viel Aufmerksamkeit erfahren. Allerdings ist eine diagnostische Unterscheidung weißlicher Veränderungen (oftmals auch als „white spots“ bezeichnet) wichtig, um die Anzahl nicht zufriedenstellender Ergebnisse zu minimieren, da vor allem Karies und leichte bis mittlere Fluorose gut, die anderen Veränderungen hingegen vergleichsweise schlechter maskiert werden können.

## Grundlagen und Indikation

Neben kariösen Läsionen, häufig auftretend nach kieferorthopädischer Behandlung mit festsitzenden Apparaturen, sind fluorotische Veränderungen geringerer Ausprägung sowie Hypomineralisationen im Sinne der Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation wie auch als Folge von

Milchzahntraumata die häufigsten Indikationen zur Maskierung mittels Kariesinfiltration.

Allen weißlichen Veränderungen gemein sind der fehlende Mineralanteil und die somit innerhalb der White Spots erhöhten Anteile an Luft oder Wasser (Speichel). Beide Medien haben einen geringeren Brechungsindex (1,0 bzw. 1,33) als der umgebende, gut mineralisierte, gesunde Schmelz (1,62). Diesen Brechungsindexunterschied nimmt man als eine weißliche Veränderung wahr [25]. Bei älteren kariösen Läsionen können zusätzlich sekundär, aber auch bei manchen MIH-Läsionen sowie bei mittelgradiger bis schwerer Fluorose bereits primär, gelbliche bis schwärzliche Verfärbungen vorhanden sein. Der Infiltrant weist einen ähnlich hohen Brechungsindex (1,52) wie der gesunde Schmelz auf, sodass bei möglichst vollständiger Infiltration eine gute Anpassung der Läsion erwartbar ist.

### Merke

**Unterschiedliche Brechungsindizes bewirken an den Grenzflächen eine Lichtstreuung, die diesen Läsionen insbesondere im ausgetrockneten Zustand ein weißlich opakes Aussehen verleiht. Die Maskierung einer Karies durch Infiltration basiert auf einer Erhöhung des Brechungsindex im Bereich der Läsion.**

### Diagnostik

Die Diagnostik ästhetisch relevanter Veränderungen beruht auf der visuell-taktilen Beurteilung. Auch mit Diagnostik sowie der quantifizierbaren lichtinduzierten Fluoreszenz (QLF) können vor allem kariöse Läsionen prinzipiell bewertet werden. Gleichwohl ist der zusätzliche diagnostische Wert eher gering, auch wenn Veränderungen durch den Infiltranten mit diesen beiden Geräten erfasst werden können. Wichtiger ist die Abgrenzung der Ätiologie (► **Tab. 4**) und des Kavitationsgrads der White Spots anhand klinisch sichtbarer Merkmale.

Bei kavitierten Läsionen können eine Infiltration der unkavitierten Umgebung und eine anschließende Füllung des kavitierten Bereichs erfolgen. Der Infiltrant besitzt

eine relativ gute Haftung auf dem Schmelz, sodass hier keine separate Behandlung des Schmelzes nach Infiltration nötig erscheint. Ist hingegen Dentin beteiligt, sollte dieser Bereich mit einem Dentinadhäsiv mit oder ohne vorherige Ätzung behandelt werden. Da der Infiltrant versehentlich in die Kavität gelangen könnte, empfiehlt sich eine vorherige „Anfrischung“ mit einem Diamanten.

### Klinische Anwendung

Wie auch bei approximaler Kariesinfiltration sollten die Arbeitsschritte eingehalten werden. Eine Trockenlegung mittels flüssigem oder regulärem Kofferdam kann sinnvoll sein, allerdings sollte insbesondere bei zervikal gelegenen White Spots darauf geachtet werden, dass die Infiltration hierdurch nicht behindert wird.

Folgende zusätzliche Maßnahmen können bei der Infiltration im sichtbaren Bereich wichtig sein:

- stärkere Abrasion der Oberflächenschicht bei inaktiven kariösen Läsionen und allen entwicklungsbedingten Veränderungen
- Wiederbefeuchtungstest zur Vorausschau, ob die Kariesinfiltration zufriedenstellend funktionieren wird
- Politur der infiltrierten Zähne

### Karies

Insbesondere die Maskierung von ästhetisch relevanten, nicht kavitierten kariösen Zahnflächen (vor allem Frontzähne und Prämolaren), deren Erscheinungsbild durch noninvasive Maßnahmen nicht verbessert werden kann, stellt einen wichtigen Anwendungsbereich der Kariesinfiltration dar. Hierbei sollte zwischen Läsionen, die bereits einige Zeit oberflächlich remineralisiert sind (inaktive Karies), und solchen, die direkt nach kieferorthopädischer Behandlung mit Multibandapparaturen entdeckt werden, unterschieden werden. Letztere sind relativ einfach nach einmaligem Ätzen zufriedenstellend zu infiltrieren, während bei inaktiven Läsionen die dickere remineralisierte Oberfläche oftmals vermehrt geätzt werden muss.

Festsitzende kieferorthopädische Apparaturen stellen besondere Anforderungen an die Mundhygiene der Patienten.

► **Tab. 4** Merkmale von unkavierter Karies sowie anderen Hypomineralisationen an Frontzähnen und Prämolaren (modifiziert nach [26]).

	Karies	milde Fluorose	traumatisch bedingte Hypomineralisation	Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation
Lokalisation	Plaqueretentionsstellen, z. B. apikal der (ehemaligen) Brackets	als „snow caps“ inzisal oder flächig als feine Linien an homologen Zähnen	meist mittig, selten inzisal als singulärer Fleck	meist bukkale, singuläre Flecken an homologen Zähnen
Farbe	weißlich, deutlich opak (kreidig), evtl. sekundär verfärbt	weißlich, mattiert	eher weißlich, selten auch gelblich verfärbt	weißlich, öfter gelblich bis leicht bräunlich verfärbt
betroffene Zähne	alle möglich	eher Prämolaren, aber auch OK-Frontzähne	meist Frontzähne	meist mittlere Schneidezähne und zusätzlich zumindest ein 1. Molar





► **Abb. 10** Der Patient kam mit der Bitte, die weißlichen Veränderungen auf den Zähnen zu behandeln (a, b, d). Vereinbart wurde, die Zähne 15 bis 25 sowie 34, 33, 43 und 44 zu infiltrieren (Icon vestibulär; DMG, Hamburg). Nach Zahnreinigung wurde Kofferdam mit Zahnseide fixiert (e). Durch Drehen an dem Spritzenstempel wurde das Ätzelgel (HCl 15%; Icon-Etch) durch die Mitte des Püschelchens (vestibulärer Applikator) (c) gedrückt und ein gleichmäßiger Materialauftrag visuell kontrolliert (f). Nach dem Absprühen des Ätzelgels und anschließender Trocknung erkennt man eine dezente Opazität des geätzten Bereichs (g). Im Anschluss wurde durch das Auftragen von Wasser (Rewetting) überprüft, ob die weißlichen Läsionen maskiert werden. Der Ätzelvorgang musste 3-mal wiederholt werden, bis durch das Rewetting die Läsionen weitestgehend maskiert waren. Durch das Auftragen von Ethanol (Icon-Dry) mit dem Püschel wurde restliches Wasser mit Ethanol vermischt; der Läsion wird somit Feuchtigkeit entzogen. Die Oberfläche wurde mit einer wasser- und ölfreien Multifunktionsspritze getrocknet (g). Mit dem Auftragen des Infiltranten (Icon-Infiltrant) fühlen sich nun die Initiailläsionen langsam mit dem dünnfließenden Kunststoff auf, sodass die Initiailläsionen optisch weitestgehend verschwinden. Nach der Applikationszeit von 3 min wurden grobe Überschüsse (h) mit dem Luftansatz und dem Sauger entfernt, der Bereich mit Zahnseide gereinigt und anschließend für 40 s lichtgehärtet. Nach diesem 1. Infiltrationsschritt waren keinerlei Materialüberschüsse erkennbar, die ggf. mit einem Scaler hätten entfernt werden müssen. Zur Kompensation der Polymerisationschumpfung wurde der Infiltrant ein 2. Mal appliziert. Der ästhetische Effekt tritt nicht sofort abschließend ein; hierüber sollte Patienten vor der Behandlung aufgeklärt werden. Unmittelbar im Anschluss wirkt die Oberfläche matt und scheckig und muss poliert werden (i). Mit der Wiederbefeuchtung des Schmelzes, nach Entfernung des Kofferdams, gleicht sich die Farbe in den nächsten Stunden an die Nachbarzähne an (j) und ist auch nach 4 Jahren unverändert zufriedenstellend (k).

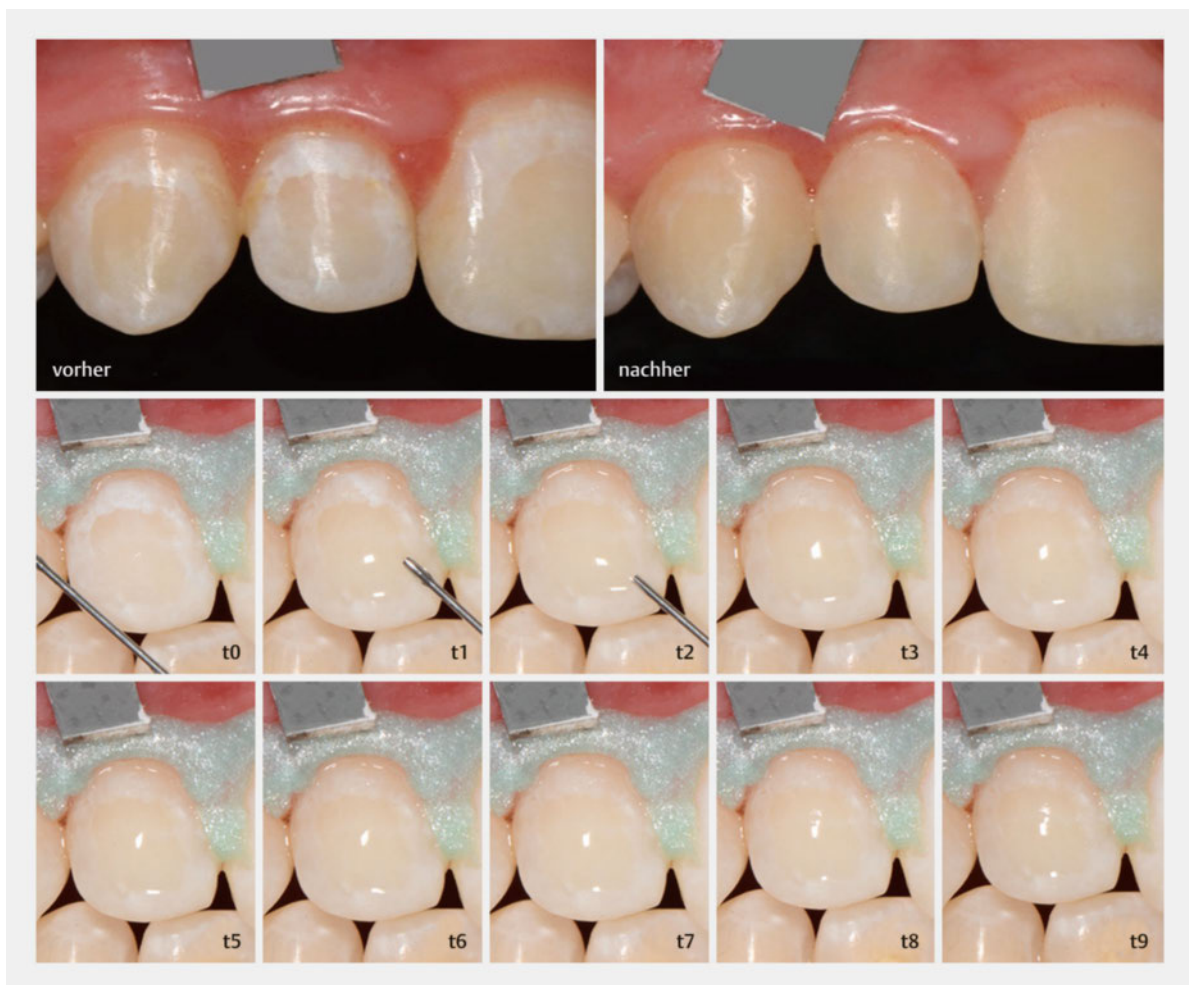
a Weißliche Veränderungen auf den Zähnen. b Weißliche Veränderungen auf den Zähnen. c Ätzelgel auf Püschelchen (vestibulärer Applikator). d Weißliche Veränderungen auf den Zähnen. e Kofferdam mit Zahnseide fixiert. f Kontrolle des Materialauftrags. g Dezente Opazität des geätzten Bereichs. h Entfernung grober Überschüsse. i Die Oberfläche wirkt matt und scheckig und muss poliert werden. j Mit der Wiederbefeuchtung des Schmelzes gleicht sich die Farbe in den nächsten Stunden an die Nachbarzähne an. k Ergebnis nach 4 Jahren.

ten und auch an die Unterstützung durch die Prophylaxe-Mitarbeiterinnen. Bei manchen Patienten macht es Sinn, die Individualprophylaxe auf 3-monatige Intervalle zu kürzen. Der beschriebene Fall zeigt das Vorgehen bei der Behandlung von Initialläsionen nach Kieferorthopädie bei einem 16-jährigen Patienten (► **Abb. 10**).

Nach Abnahme der Brackets kann bei dezenten – also eher flachen – Läsionen zunächst eine natürliche Remineralisation, die aufgrund der nun veränderten Reinigungsmöglichkeiten auftreten wird, für ca. 2 Monate abgewartet werden. Allerdings ist es bei aus einem normalen Sprechabstand im feuchten Milieu sichtbaren Läsionen sehr unwahrscheinlich, dass diese ohne weitere Maßnahmen ästhetisch verschwinden werden [27,28].

Vielmehr weisen diese Demineralisationen oftmals bereits eine gewisse Dentinbeteiligung auf, die jedoch keine Kontraindikation für eine erfolgreiche Infiltration der Schmelzareale darstellt.

Bei inaktiven Läsionen mit bis zu 150 µm dicken, stark mineralisierten Oberflächenschichten sollte hingegen mehrfach geätzt werden (2 min Ätzen entfernt ca. 40 µm), um ein optimales Ergebnis zu erzielen. Der Wiederbefeuchtungstest mit Ethanol oder Wasser (► **Abb. 11**) kann hierbei einen Hinweis darauf geben, ob genügend Oberflächenschicht entfernt wurde, sodass es hiernach zu einer schnellen und möglichst vollständigen Infiltration kommen kann.



► **Abb. 11** Um den Erfolg einer Infiltration von ästhetisch relevanten kariösen Läsionen vorhersehen zu können (**vorher**), appliziert man nach der Ätzung mit der Salzsäure (2 min) und anschließender Trocknung, Wasser oder Icon-Dry auf die zu infiltrierenden Bereiche (**t1–t9**) und beobachtet, ob die Läsionen hierdurch zufriedenstellend innerhalb von ca. 5 s maskiert werden (**t5**). Falls dies nicht in diesem Zeitraum feststellbar ist, könnte eine zu stark mineralisierte Oberflächenschicht eine Penetration des Wassers und später des Infiltranten verhindern. In diesem Fall sollte nochmalig mit Salzsäure für 2 min geätzt werden, sodass wiederum ca. 40 µm der Oberflächenschicht entfernt werden. Erst wenn man einen schnell auftretenden Maskierungseffekt nach Applikation von Wasser zufriedenstellend beobachten kann (man beachte die deutliche Veränderung von **t1–t5**), sollte man den Infiltranten applizieren und erreicht aufgrund des höheren Brechungsindex des Infiltranten im Vergleich zu Wasser/Ethanol zumeist ein besseres ästhetisches Resultat (**nachher**) im Vergleich zur Wiederbefeuchtung (Dank an ZÄ C. Kobbe).

### Merke

Wenn nach dem Ätzen Wasser oder Ethanol innerhalb weniger Sekunden (ca. 3–5 s) in die getrockneten Läsionen einzudringen vermögen und hierdurch das ästhetische Erscheinungsbild des Zahnes deutlich verbessert wird, vermag dies der Infiltrant sogar mit einem noch besseren Maskierungseffekt.

#### PRAXISTIPP

Beginnen Sie von einem Punkt aus langsam die Oberfläche mit dem Infiltranten zu benetzen, so wird verhindert, dass in tiefen Läsionen Lufteinschlüsse verbleiben.

Zahlreiche klinische Studien (► **Tab. 5**) mit [27–29] oder ohne (zunächst nicht infiltrierten) Kontrollzähnen [30, 31] zeigen die zufriedenstellenden Maskierungserfolge mittels Kariesinfiltration. Sogar Läsionen mit Schmelzka- vitation können zunächst infiltriert und anschließend mit Komposit und/oder alleiniger Politur ästhetisch optimiert werden [30].

#### PRAXISTIPP

Bei der Kombination der Füllungs- mit der Infiltrationstherapie (angrenzende Bereiche) kann der Infiltrant als Schmelzhaftvermittler verwendet werden; Dentin muss aber in jedem Fall mit entsprechenden Haftvermittlern am besten nach „Anfrischung“ der Zahnhartsubstanz behandelt werden.

Die Maskierungsergebnisse scheinen auch über längere Zeiträume stabil. Falls es dennoch zu einer Verfärbung im Bereich der infiltrierten Läsion kommen sollte, kann man dies meist mit einer Politur beheben. Auch das Bleichen der Zähne scheint ohne Einschränkungen möglich, wodurch tiefer gelegene Verfärbungen ebenfalls aufgehellt werden können [32]; hierzu gibt es noch keine klinischen Daten.

#### Fluorose

Als Dentalfluorose werden Schmelzveränderungen bezeichnet, die durch zu hohe Fluorideinnahmen verursacht sind. Sie tritt in sehr unterschiedlichen Schweregraden auf. Beginnend mit weißlich opaken Linien in der Schmelzoberfläche entlang der Perikymatien, bis hin zu starkem Schmelzverlust und Veränderung der Zahnkronen. Zur Maskierung von Fluorosen durch Infiltration mit Icon® gab es bereits bei Einführung der Technik im Jahre 2009 positive Berichte [33]. In der Zwischenzeit hat sich bestätigt (► **Tab. 6**), dass leichte (► **Abb. 12**) bis mittlere (► **Abb. 13**) Fluorosen ähnlich erfolgreich wie kariöse Läsionen behandelt werden können. Oftmals empfiehlt sich, wie auch bei inaktiven kariösen Läsionen, ein häufigeres Ätzen vor der Infiltration.

Die ästhetische Beeinträchtigung und die damit verbundenen psychologischen Auswirkungen auf den Patienten stehen bei der Therapie im Vordergrund. Der vorliegende Fall zeigt eine Dentalfluorose mit einem mittleren Schweregrad (► **Abb. 13**).

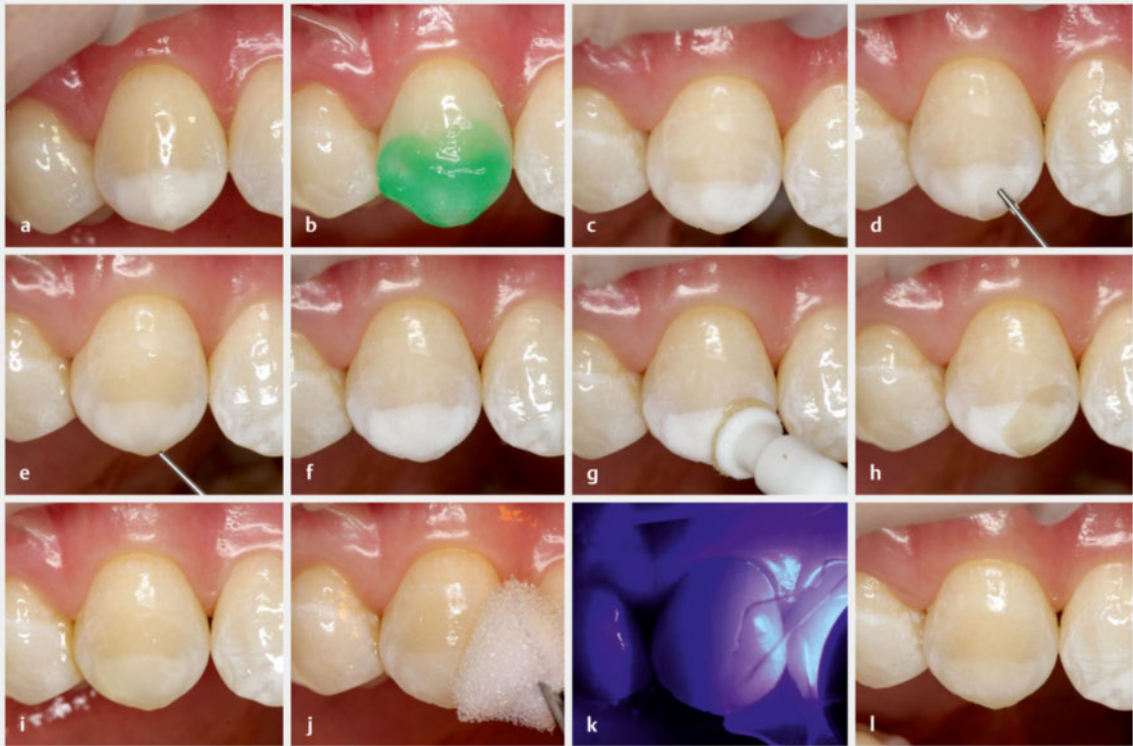
► **Tab. 5** Klinische Studien zum Maskierungserfolg bei Karies zumeist nach kieferorthopädischer Behandlung.

Autor	Jahr	Dauer	n	Zähne	Ergebnis
Kim et al. [31]	2011	1 Woche	9 Patienten, 18 Zähne	Frontzähne	61% komplett, 33% teilweise, 6% gar nicht maskiert
Hammad et al. [30]	2012	sofort	18 Patienten, 108 Zähne	Oberkieferfrontzähne (ICDAS2 + 3)	signifikanter Anstieg des Grauwerts (= Maskierung)
Knösel et al. [27]	2013	6 Monate	20 Patienten, 111 infiltrierte u. 108 Kontrollzähne	Front- und Eckzähne	$\Delta\Delta E$ : Infiltration – 2,3; Kontrolle + 0,2; signifikante Verbesserung
Senestraro et al. [28]	2013	8 Wochen	20 Patienten, 46 infiltrierte u. 20 Kontrollzähne	Oberkieferfrontzähne	Reduktion der Läsionsfläche: 61% Infiltration; 1% Kontrolle
Eckstein et al. [29]	2015	1 Jahr <sup>#</sup>	9 Patienten, 96 Zähne	Front- und Eckzähne	$\Delta\Delta E$ : Infiltration – 5,3 (6 Monate: $\Delta\Delta E = -4,3$ )
Kobbe et al.*	2015	1 Woche	29 Patienten, 240 Zähne	Front-, Eck- + 1. Prämolare	Patienten: 6% vollständig; 16% verbessert, aber zusätzlich einzelne Füllung; 75% zufriedenstellend; 3% gar nicht maskiert

\* Abstrakt (wird nachbeobachtet bis zu 2 Jahre)

<sup>#</sup> Nachfolgeauswertung von Knösel et al. 2013





► **Abb. 12** Infiltration eines fluorotischen „Snow Cap“ (a). Nach Ätzen (b) und Trocknung erscheint die Läsion wesentlich opaker (c). Die (Wieder-)Befeuchtung mit Ethanol (d) führt zu einer schnellen optischen Anpassung der Läsion (e), sodass nach abermaliger ausgiebiger Trocknung (f) der Infiltrant aufgetragen wurde (g); aus fotografischen Gründen zunächst auf die mesiale Hälfte (h) und schließlich auf die ganze Läsion (i). Die Überschüsse wurden nach 3 min mit einem Schaumstoffpellet abgewischt (j) und der Infiltrant lichtgehärtet (k). Das Ergebnis direkt nach Infiltration wurde als zufriedenstellend bewertet (l), wobei eine weitere Verbesserung in den nächsten Stunden aufgrund der Einlagerung von Speichel erwartbar ist, wie man anhand des Vergleichs der Erscheinung des seitlichen Schneidezahns direkt nach (l) und vor (a) der Behandlung erahnen kann.

► **Abb. 13** Zu erkennen sind weißliche und bräunliche Schmelzveränderungen sowie ein Schmelzdefekt mesial an Zahn 21 (a). Nach Zahnreinigung wurde Kofferdam gelegt, auf die Fixierung mit Zahnseide allerdings verzichtet, da die Labialflächen zervikal keine Schmelzveränderungen zeigten. Die zu behandelnden Zahnoberflächen wurden mit Ätzel (HCl 15%; Icon-Etch) für 2 min gleichmäßig benetzt (b) und abgespült. Im Anschluss wurde die Oberfläche getrocknet und durch das Auftragen von Wasser (Re-wetting) überprüft, ob die weißlichen Läsionen maskiert werden. Nach Trocknung mit Icon-Dry (c) wurde Icon-Infiltrant aufgetragen. Nach der Applikationszeit von 3 min wurden grobe Überschüsse mit dem Luftansatz und dem Sauger entfernt, der Bereich mit Zahnseide gereinigt und anschließend für 40 s lichtgehärtet (d). Nach einer 2. Infiltration wurde die Kavitation mesial an Zahn 21 mit Komposit ohne weitere Vorbehandlung versorgt. Die Oberfläche erscheint nach dem Infiltrationsverfahren häufig scheckig sowie leicht uneben und muss deshalb poliert werden (e). Erst nach ein paar Stunden Speichereinlagerung ist der Erfolg der Infiltration beurteilbar (f). Mit der Infiltration war die Fluorose im Wesentlichen behandelt, trotzdem waren Schattierungen auf der Zahnoberfläche zu erkennen, die sich im Vergleich mit dem Vita-Farbschlüssel zwischen den Farben Vita A2, A3 und A3,5 bewegten (g, h). Daher sollte durch ein In-Office-Bleaching eine gleichmäßige Zahnfarbe erreicht werden. Der aufgetragene Gingivaschutz (i) verhindert den Kontakt des Bleaching-Materials mit der Gingiva. Das Bleaching-Material wurde 2-mal für 20 min appliziert und im Anschluss abgespült (j). Die Zähne konnten um eine Farbstufe aufgehellt werden; somit wurde die Zahnfarbe Vita A2 erreicht (k); die Oberfläche der Zähne erschien leicht matt (l). Es zeigte sich im Nachhinein als unvorteilhaft, dass der Substanzverlust am Zahn 22 im Rahmen der Infiltration bereits gefüllt worden war, da der Kunststoff nach dem Bleichen seine Farbe behält. Die Ästhetik konnte insgesamt deutlich verbessert werden (m, n).



► Abb. 13



► **Tab. 6** Fallberichte zum Maskierungserfolg bei Fluorose.

Autor	Jahr	Dauer	n	Zähne	Ergebnis
Paris et al. [33]	2009	sofort	1 Patient, 6 Zähne	Schneide- und Eckzähne	gut (Kombinationsfall mit kariösen Läsionen)
Wang et al. [34]	2013	1 Jahr	1 Patient, 20 Zähne	Schneide- und Eckzähne + Prämolaren	gut, Mikroabrasion, Bleaching und Infiltration bei bräunlicher Fluorose
Munoz et al. [35]	2013	sofort	2 Patienten, 12 Zähne	Schneide- und Eckzähne	gut
Attal et al. [36]	2014	sofort	1 Patient, 2 Zähne	Schneidezähne	gut
Gugnani et al. [37]	2014	sofort	3 Patienten, 3 Zähne	Schneidezähne	gut
Gugnani et al.*	2014	sofort	80 Patienten, Anzahl der Zähne unbekannt	Schneide- und Eckzähne + Prämolaren	Bleichen signifikant schlechter als Infiltration

\* nur als Abstrakt



► **Abb. 14** Mehrere Hypomineralisationen unklarer Ätiologie sind bei der 25-jährigen Patientin feststellbar (a1). Im Oberkieferfrontzahnbereich imponieren vor allem die weißlichen Veränderungen der mittleren Schneidezähne im Sinne einer MIH (a2), aber auch die Zähne 12 und 13 weisen hypomineralisierte Bereiche auf. Alle 4 Zähne wurden 1- (Zahn 1) oder 2-mal geätzt. Aufgrund der Verfärbung der Läsion an Zahn 13 wurde dieser Zahn zusätzlich mit 40%igem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Gel für 20 min gebleicht, was zu der leicht weißlichen Veränderung der Gingiva führte (b). Nach einem Wiederbefeuchtungstest wurde entschieden, den Infiltranten aufzutragen, was zu einem ordentlichen optischen Ergebnis an den Zähnen 21–12 führte, während Zahn 13 nur wenig maskiert wurde (c2). Nach 3 Monaten erschien die Patientin wiederum in der Sprechstunde. Zahn 13 imponierte weiterhin recht deutlich, die anderen infiltrierten Zähne (21–12 sowie 33 und 32) wurden als zufriedenstellend beurteilt (c1). Gleichwohl war die Patientin insgesamt sehr zufrieden. Dennoch entschieden wir uns für eine Entfernung der oberflächlichen Schmelz-Infiltranten-Schicht an Zahn 13 und auch 12 mithilfe eines feinkörnigen Diamanten, mit dem Ziel, eine tiefere Infiltration zu ermöglichen. Die Abschlussbilder 2 h danach zeigen die hierdurch erreichte wesentliche optische Verbesserung an den beiden Zähnen (d1, d2).

### Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH)

Zur ästhetisch relevanten Infiltration von Inzisiven mit entwicklungsbedingten Veränderungen beispielsweise beim Vorliegen einer MIH wurden bereits im Jahr 2011 recht vielversprechende Ergebnisse publiziert [31]. Allerdings zeigten die Daten ebenso, dass diese Läsionen zumindest bei einmaligem Ätzen wohl nicht gleichermaßen gut optisch maskiert werden können wie Karies (► **Tab. 7**). Insbesondere verfärbte wie auch großflächige Läsionen haben ihre Tücken. Aber auch kleinere MIH-Läsionen zeigen oftmals einen unmaskierten Randbereich (► **Abb. 14**; Zahn 12). Dies konnte mit dem histologischen Aufbau erklärt werden [38], da die Randbereiche eine recht dicke Oberflächenschicht aufweisen, sodass der Infiltrant auch nach mehrmaligem Ätzen nicht eindringen kann.

► **Abb. 15** Nach Parodontalbehandlung und Zahnreinigung (b) imponierten weiterhin einige bräunliche demineralisierte Bereiche im Vergleich zur Ausgangssituation (a). Vereinbart wurde, die Zähne 15 bis 25 sowie 36, 35, 45 und 46 zu infiltrieren (Icon vestibulär; DMG, Hamburg) und außerdem in beiden Kiefern von Prämolaren zu Prämolaren zu bleichen. Nach der Zahnreinigung wurde der Kofferdam mit Zahnseide fixiert (c). Zunächst wurde im Oberkiefer geätzt (d) und durch das Auftragen von Wasser (Rewetting) überprüft, ob die weißlichen Läsionen maskiert werden (e). Einzelne verbliebene bräunliche Bereiche (f) wurden in einem 2. Schritt erneut geätzt. Nach dem Absprühen des Ätzgels und anschließender Trocknung erkennt man weiterhin dezente Opazitäten, die infiltrierbar sind (g). Im Anschluss wurde das Bleichgel (Opalescence Boost 40%; Ultradent) appliziert (2 × 20 min) (h). Nach Trocknung (Icon-Dry) wurden die Oberkieferzähne infiltriert; die Initialläsionen waren optisch weitestgehend maskiert (i). Im Unterkiefer wurde ebenfalls geätzt (j; Front ist bereits geätzt), gebleicht (k) und danach infiltriert (l). Nach Wiederbefeuchtung kann man das Endergebnis abschließend beurteilen (m), das der Patient im Vergleich zur Ausgangssituation (a) als sehr zufriedenstellend bewertete (Therapie und Fotos: Doris Thomsen, B. Sc. Dentalhygiene und Präventionsmanagement).





► Abb. 15

► **Tab. 7** Klinische Studie zum Maskierungserfolg bei Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation.

Autor	Jahr	Dauer	n	Zähne	Ergebnis
Kim et al. [31]	2011	1 Woche	11 Patienten, 20 Zähne	Frontzähne	25% komplett, 35% teilweise, 40% gar nicht maskiert

In dieser Studie wurden die Zähne nur einmal für 2 min geätzt.

Bei sehr stark demineralisierten weißlichen Veränderungen und/oder einer unvollständigen Penetration des niedrig viskösen Infiltranten, beispielsweise aufgrund unzureichender Entfernung der stärker mineralisierten Oberflächenschicht oder aber eines hohen Proteingehalts, ist der Maskierungseffekt nicht immer zufriedenstellend. Wenn dies der Fall ist, kann nach Abtrag von ca. 100–200 µm mit einem Diamanten eine kleine schmelz-begrenzte Füllung auf den zuvor und eventuell nun nochmals infiltrierten Bereich aufgebracht werden. Somit kann man dennoch ein sehr gutes und wenig invasives Gesamtergebnis erzielen.

Aber auch bei komplexeren Fällen kann die Kariesinfiltration in Verbindung mit dem Bleichen der Zähne eine optische Verbesserung erzielen, wie bei diesem 35-jährigen Patienten, der zur routinemäßigen Kontrolle erschien (► **Abb. 15**). Nach Zahnreinigung und Initialphase wurde eine lokalisierte Parodontitisbehandlung durchgeführt. Die Hinweise zur Mundhygiene wurden von dem Patienten angenommen und umgesetzt, sodass abschließend eine ästhetische Verbesserung mit möglichst wenig invasiven Methoden angeraten wurde.

### Cave

**Entwicklungsbedingte weißliche Schmelzveränderungen können nicht alle gleichermaßen mithilfe der Kariesinfiltration vollständig maskiert werden. Gerade MIH-Läsionen lassen sich oftmals nur unvollständig infiltrieren.**

### Traumatisch bedingte Hypomineralisationen

Eigene undokumentierte Fälle sowie Bilder aus einem Fallbericht zu 2 Patienten mit jeweils einem Zahn mit traumatisch bedingter Hypomineralisation [36] zeigen die prinzipielle Anwendbarkeit der Kariesinfiltration zur Maskierung. Ein mehrmaliges Ätzen wird hier ebenfalls empfohlen, um nach wiederholten Wiederbefeuchtungstests den Zeitpunkt der eigentlichen Infiltration zu bestimmen.

### Fazit

Im Vergleich zu unserem letzten Artikel in Zahnmedizin up2date im Jahr 2011 konnte die Indikation und Wirksamkeit der Kariesinfiltration für die ursprünglich angedachte Anwendung an approximalen Flächen umfassend bestätigt werden. Indikationen, Limitationen und Kontraindikationen für die Infiltrationstechnik sind in ► **Tab. 8** zusammenfassend dargestellt.

► **Tab. 8** Indikation, Limitationen und Kontraindikationen der Infiltrationstechnik.

Indikationen	Indikationen mit limitiertem Therapieerfolg	Kontraindikationen
Caries progressiva superficialis (nicht kavitierte aktive Karies) <ul style="list-style-type: none"> <li>approximal</li> <li>im Nachbarbereich von kavitierten Läsionen</li> <li>an anderen Glattflächen mit hohem Kariesrisiko</li> </ul>	Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation	Caries progressiva profunda (kavitierte Läsionen)
Caries non-progressiva (nicht kavitierte inaktive Karies), wenn ästhetisch relevant	traumatisch bedingte Hypomineralisationen	Läsionen im Wurzelbereich
leichte bis mittlere Fluorose	kariöse Läsionen in Fissuren und Grübchen	Erosionen

## KERNAUSSAGEN

- Bei einer progredienten un kavitierten kariösen Läsion sollte mit einer röntgenologischen Ausdehnung um die Schmelz-Dentin-Grenze immer zuerst an eine Infiltration und nicht an eine Füllung gedacht werden.
- Diese lokale Therapie sollte immer von einer Intensivierung noninvasiver Maßnahmen (z. B. Fluoridierung, Interdentalraumhygiene) begleitet werden.
- Da der Erfolg aller noninvasiver Verfahren zu einem großen Teil von der Adhärenz des Patienten abhängt, scheint gerade bei Patienten mit hohem Kariesrisiko die approximale Kariesinfiltration eine sicherere Alternative.
- Eine Infiltration zur Verhinderung der Kariesprogression ist auch an allen anderen Zahnflächen denkbar, allerdings sind diese oftmals alleinig durch geeignete Mundhygieneverbesserungen arretierbar.
- Bei Fissurenkaries sind die Wirksamkeit der Versiegelung sowie die Überlebensraten von Kompositfüllungen recht hoch. Auch wenn rein logisch hier eine Infiltration zwar durchaus auch sinnvoll erscheint, ist die Kosteneffektivität im Vergleich zur Versiegelung und auch der Füllung sicherlich ungünstiger.
- Hinsichtlich der Maskierungseffekte sollten der beschriebene Wiederbefeuchtungstest und die möglicherweise sinnvolle mehrfache Ätzung beachtet werden. Darüber hinaus sollte man die Erwartungshaltung bei den Patienten mit MIH-Läsionen sowie traumatisch bedingten Hypomineralisationen gering halten und ggf. eine Füllung unzufriedenstellender Bereiche im Anschluss an die eigentliche Infiltration in Erwägung ziehen.

## Interessenkonflikt

H. Meyer-Lückel und S. Paris werden in den von der Charité Berlin gehaltenen Patenten zur Methode Kariesinfiltration als Erfinder aufgeführt und sind an den Erlösen der Lizenzierung der Patente an die Dentalfirma DMG beteiligt. A. Schult gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Korrespondenzadresse

### Univ.-Prof. Dr. Hendrik Meyer-Lückel

Klinik für Zahnerhaltung, Präventive Zahnheilkunde und Parodontologie  
Uniklinik Aachen, RWTH Aachen Universität  
Pauwelsstr. 30  
52074 Aachen  
hmeyer-lueckel@ukaachen.de

## Über die Autoren



### Hendrik Meyer-Lückel

1992–1997 Studium Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Gießen. 1998–2000 Assistent in freier Praxis, 1999 zahnärztliche Entwicklungshilfe Jamaika. 2000 Promotion. 2000–2008 Wissenschaftlicher Assistent/Funktionsoberarzt Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin. 2008 Habilitation. 2008–2012 Oberarzt an der Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel. 2009 Master of Public Health. Seit 2012 Direktor der Klinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Präventive Zahnheilkunde, RWTH Aachen Universität. 2017 Ruf an die Universität Bern.



### Sebastian Paris

1998–2003 Studium Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Berlin. 2004–2008 Wissenschaftlicher MA Poliklinik für Zahnerhaltungskunde u. Parodontologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin. 2008 Wissenschaftlicher MA Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel. 2011 Habilitation und Venia Legendi Christian-Albrechts-Universität Kiel. Seit 2013 Direktor Abteilung Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin. Seit 2016 wissenschaftlicher Leiter CharitéCentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde.



### Andreas Schult

1986–1991 Studium der Zahnmedizin Universität Hamburg. 1991–2004 Wissenschaftlicher MA Abteilung für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie Universitätsklinikum-Hamburg Eppendorf. 2001 Niederlassung in Praxisgemeinschaft in Bad Bramstedt. 2010–2012 Masterstudium Endodontologie Düsseldorf Dental Academy. Behandlungsschwerpunkte: Endodontie, Mikrochirurgie, Parodontologie, mikroinvasive Zahnheilkunde.

## Erstveröffentlichung

Dieser Beitrag basiert teilweise auf den folgenden Publikationen: Paris S, Meyer-Lückel H. Paradigmenwechsel. In: Meyer-Lückel H, Paris S, Ekstrand KR. Karies – Wissenschaft und klinische Praxis. Stuttgart: Thieme; 2012: 71–76. Meyer-Lückel H, Paris S. When and how to intervene in the caries process. Oper Dent 2016; 41 (S7): 35–47

## Literatur

- [1] Meyer-Lückel H, Paris S, Ekstrand K. Karies – Wissenschaft und klinische Praxis. Stuttgart: Thieme; 2012
- [2] Meyer-Lückel H, Paris S. Kariesinfiltration. Zahnmedizin up2date 2011; 4: 323–340
- [3] Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry – a review. FDI Commission Project 1–97. Int Dent J 2000; 50: 1–12



- [4] Domejean-Orliaguet S, Tubert-Jeannin S, Riordan PJ et al. French dentists' restorative treatment decisions. *Oral Health Prev Dent* 2004; 2: 125–131
- [5] Vidnes-Kopperud S, Tveit AB, Espelid I. Changes in the treatment concept of proximal caries from 1983 to 2009 in Norway. *Caries Res* 2011; 45: 113–120
- [6] 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* 2004; 38: 130–141
- [7] Dorri M, Dunne SM, Walsh T, Schwendicke F. Micro-invasive interventions for managing proximal dental decay in primary and permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; (11): CD010431
- [8] Paris S, Meyer-Lückel H. Paradigmenwechsel In: Meyer-Lueckel H, Paris S, Ekstrand K, Hrsg. *Karies – Wissenschaft und klinische Praxis*. Stuttgart: Thieme; 2012: 71–76
- [9] Marsh PD. Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. *Adv Dent Res* 1994; 8: 263–271
- [10] Zero DT. Sugars – the arch criminal? *Caries Res* 2004; 38: 277–285
- [11] Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999; 27: 31–40
- [12] Meyer-Lückel H, Bitter K, Paris S. Randomized controlled clinical trial on proximal caries infiltration: Three-year follow-up. *Caries Res* 2012; 46: 544–548
- [13] Paris S, Ekstrand KR, Meyer-Lückel H. Von der Diagnose zur Therapie. In: Meyer-Lueckel H, Paris S, Ekstrand KR, Hrsg. *Karies – Wissenschaft und Klinische Praxis*. Stuttgart: Thieme; 2012: 146–159
- [14] Hintze H, Wenzel A, Danielsen B et al. 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* 1998; 32: 204–209
- [15] Ekstrand KR, Bakhshandeh A, Martignon S. Treatment of proximal superficial caries lesions on primary molar teeth with resin infiltration and fluoride varnish versus fluoride varnish only: efficacy after 1 year. *Caries Res* 2010; 44: 41–46
- [16] Martignon S, Ekstrand KR, Gomez J et al. Infiltrating/sealing proximal caries lesions: a 3-year randomized clinical trial. *J Dent Res* 2012; 91: 288–292
- [17] Meyer-Lückel H, Balbach A, Schikowsky C et al. Pragmatic RCT on the efficacy of proximal caries infiltration. *J Dent Res* 2016; 95: 531–536
- [18] Paris S, Hopfenmuller W, Meyer-Lückel H. Resin infiltration of caries lesions: An efficacy randomized trial. *J Dent Res* 2010; 89: 823–826
- [19] Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Walsh T et al. Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; (3): CD001830
- [20] Turska-Szybka A, Gozdowski D, Mierzwinska-Nastalska E et al. Randomised clinical trial on resin infiltration and fluoride varnish vs. fluoride varnish treatment only of smooth-surface early caries lesions in deciduous teeth. *Oral Health Prev Dent* 2016; 14: 485–491
- [21] Schwendicke F, Meyer-Lückel H, Stolpe M et al. Costs and effectiveness of treatment alternatives for proximal caries lesions. *PLoS One* 2014; 9: e86992
- [22] Schwendicke F, Stolpe M, Meyer-Lückel H, Paris S. Detecting and treating occlusal caries lesions: a cost-effectiveness analysis. *J Dent Res* 2015; 94: 272–280
- [23] Bakhshandeh A, Ekstrand K. Infiltration and sealing versus fluoride treatment of occlusal caries lesions in primary molar teeth. 2–3 years results. *Int J Paediatr Dent* 2015; 25: 43–50
- [24] Lausch J, Paris S, Selje T et al. Resin infiltration of fissure caries with various techniques of pretreatment in vitro. *Caries Res* 2015; 49: 50–55
- [25] Kidd EAM, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res* 2004; 83 (Spec. No.): C35–C38
- [26] Ekstrand KR, Martignon S. Visuell-taktile Detektion und Beurteilung In: Meyer-Lueckel H, Ekstrand KR, Paris S, Hrsg. *Karies: Wissenschaft & Klinische Praxis*. Stuttgart: Thieme; 2012: 76–94
- [27] Knosel M, Eckstein A, Helms HJ. Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multibracket-induced white spot lesions compared with no therapy over 6 months: a single-center, split-mouth, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144: 86–96
- [28] Senestraro SV, Crowe JJ, Wang M et al. Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions: a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc* 2013; 144: 997–1005
- [29] Eckstein A, Helms HJ, Knosel M. Camouflage effects following resin infiltration of postorthodontic white-spot lesions in vivo: One-year follow-up. *Angle Orthod* 2015; 85: 374–380
- [30] Hammad SM, El Banna M, El Zayat I, Mohsen MA. Effect of resin infiltration on white spot lesions after debonding orthodontic brackets. *Am J Dent* 2012; 25: 3–8
- [31] Kim S, Kim EY, Jeong TS, Kim JW. The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. *Int J Paediatr Dent* 2011; 21: 241–248
- [32] Araujo GS, Naufel FS, Alonso RC et al. Influence of staining solution and bleaching on color stability of resin used for caries infiltration. *Oper Dent* 2015; 40: E250–E256
- [33] Paris S, Meyer-Lückel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration – a clinical report. *Quintessence Int* 2009; 40: 713–718
- [34] Wang Y, Sa Y, Liang S, Jiang T. Minimally invasive treatment for esthetic management of severe dental fluorosis: a case report. *Oper Dent* 2013; 38: 358–362
- [35] Munoz MA, Arana-Gordillo LA, Gomes GM et al. Alternative esthetic management of fluorosis and hypoplasia stains: blending effect obtained with resin infiltration techniques. *J Esthet Restor Dent* 2013; 25: 32–39
- [36] Attal JP, Atlan A, Denis M et al. White spots on enamel: treatment protocol by superficial or deep infiltration (part 2). *Int Orthod* 2014; 12: 1–31
- [37] Gughani N, Pandit IK, Goyal V et al. Esthetic improvement of white spot lesions and non-pitted fluorosis using resin infiltration technique: series of four clinical cases. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2014; 32: 176–180
- [38] Crombie F, Manton D, Palamara J et al. Resin infiltration of developmentally hypomineralised enamel. *Int J Paediatr Dent* 2014; 24: 51–55

## Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-104881>  
 Zahnmedizin up2date 2017; 11: 267–290  
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
 ISSN 1865-0457

## Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter [cme.thieme.de/hilfe](https://cme.thieme.de/hilfe) eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter [eref.thieme.de/ZZX8NXL](https://eref.thieme.de/ZZX8NXL) oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.



### Frage 1

Eine gute Voraussetzung, um ein minimal-intervenierendes Karietherapiekonzept umzusetzen, ist ...

- A eine Praxis mit reiner Schmerzbehandlung.
- B eine rein zahnbezogene Kariesdokumentation.
- C die Bereitschaft, Karies zu belassen.
- D das Vorhandensein eines OPG-(PSA-)Geräts.
- E die Akzeptanz, dass Initialkaries immer voranschreitet.

### Frage 2

Ein mikroinvasives Verfahren zur Kariesbehandlung ist ...

- A die Fluoridierung.
- B die adhäsive Füllungstherapie.
- C „Extension for Prevention“.
- D die Applikation von remineralisierenden Pasten.
- E die Kariesinfiltration.

### Frage 3

Pathogener Faktor in der Kariespathogenese ist ...

- A eine Verschlechterung der Mundhygiene.
- B ein hoher Zuckerkonsum.
- C das Unterlassen einer Fissurenversiegelung.
- D ein höherer Speichelfluss.
- E der Verzicht auf Fluoride in Zahnpasten.

### Frage 4

Eine Approximalkaries, die röntgenologisch bis genau an die Schmelz-Dentin-Grenze heranreicht, ist ...

- A oftmals kavitiert.
- B histologisch meist auf den Schmelz begrenzt.
- C histologisch meist bis in das Dentin extendiert.
- D nach Zahnseparation klinisch nicht sichtbar.
- E immer noninvasiv zu behandeln.

### Frage 5

Der Lichtbrechungsindex im Bereich einer Karies ...

- A ist geringer als derjenige des umgebenden gesunden Schmelzes.
- B erhöht sich durch Lufttrocknung.
- C liegt ohne Infiltration bei ca. 1,52.
- D spielt bei der Fluoridierung eine Rolle.
- E wird durch eine vollständige Infiltration verringert.

### Frage 6

Die Wirksamkeit der approximalen Kariesinfiltration ...

- A ist noch nicht in einer kontrollierten klinischen Studie untersucht worden.
- B beträgt von E2–D1 bei 50% der Kinder mehr als 10 Jahre.
- C ist ähnlich wie diejenige der okklusalen Fissurenversiegelung.
- D ist unabhängig vom Zustand der Oberfläche (Kavitation).
- E ist nach 3 Jahren 80% höher als bei approximaler Versiegelung.

### Frage 7

Wie wird die Ätzung der kariösen Läsionsbereiche bei Kariesinfiltration durchgeführt?

- A 1 min mit 10%igem HCl-Gel.
- B 2 min mit 15%iger HCl-Lösung.
- C 2 min mit 15%igem HCl-Gel.
- D 3 min mit 15%igem HCl-Gel.
- E 3 min mit 15%iger HCl-Lösung.

### Frage 8

Klinische Studien zur ästhetischen Maskierung mittels Kariesinfiltration ...

- A zeigen bei MIH eine Reduktion des Grauwerts um 80%.
- B liegen nur für Fluorose vor.
- C zeigen eine Erhöhung des  $\Delta E$ -Werts nach 1 Jahr im Vergleich zur Kontrolle.
- D zeigen bei Kariespatienten bei ca. 90% zufriedenstellende Ergebnisse.
- E zeigen ein instabiles Ergebnis nach 6 Monaten.

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

## Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung...

### Frage 9

Kariesinfiltration zur Maskierung ästhetisch relevanter White Spots funktioniert am schlechtesten bei ...

- A aktiver, kavittierter Karies.
- B Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation.
- C mittlerer Fluorose.
- D milder Fluorose.
- E aktiver, nicht kavittierter Karies.

### Frage 10

Der sog. Befeuchtungstest während der Kariesinfiltration sollte ...

- A eine deutliche Assimilierung der Läsion bereits nach 1 s aufzeigen.
- B vor dem Ätzen mit Salzsäure durchgeführt werden.
- C meist ein etwas schlechteres optisches Ergebnis als nach Infiltration zeigen.
- D eine deutliche Assimilierung der Läsion erst nach 10 s aufzeigen.
- E zur Überprüfung der Dichtigkeit des Kofferdams gemacht werden.

Service für unsere Leser

**Sammelordner  
voll?**



**Neuen Ordner bestellen:**

[www.thieme.de/mein-up2date-ordner](http://www.thieme.de/mein-up2date-ordner)

*up2date – Fortbildung mit dem roten Faden*