

Richard J. Wierichs*, Celine Kobbe*, Hendrik Meyer-Lückel

Wie der Maskierungserfolg von postorthodontischen White-Spot-Läsionen vor der Infiltration abgeschätzt werden kann**

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Die Kariesinfiltration kann postorthodontische White-Spot-Läsionen maskieren. Dieser Artikel zeigt, wie der Wiederbefeuchtungstest dabei hilft, den Maskierungserfolg vor der Infiltration einzuschätzen.

Einführung: Bei der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Elementen erhöht sich das Risiko der Entstehung von sog. White-Spot-Läsionen aufgrund zusätzlicher Retentionsmöglichkeiten für den Biofilm. Ein Ansatz für die ästhetische Behandlung dieser Läsionen ist die Kariesinfiltration. Um den finalen Maskierungserfolg durch die Infiltration schon nach dem Ätzzvorgang abschätzen zu können, wird oftmals eine (Wieder-)befeuchtung mit Wasser oder Ethanol durchgeführt.

Patientenfälle: Vier Patienten, bei denen im ästhetisch sichtbaren Bereich während der Behandlung mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen eine White-Spot-Läsion diagnostiziert wurde, wurden über die Möglichkeit der optischen Maskierung dieser Läsionen mithilfe der Infiltration aufgeklärt. Die Infiltration (Icon, DMG) erfolgte entsprechend der Herstellerangaben, jedoch wurde der Ätzzvorgang bis zu dreimal durchgeführt. Die Entscheidung den Ätzzvorgang ggf. zu wiederholen, wurde subjektiv von der Behandlerin während des Wiederbefeuchtungstests mit Ethanol getroffen. Der Maskierungseffekt durch das Ethanol sowie nach der Infiltration wurde anhand von digitalen Fotografien vor Behandlungsbeginn, vor und während der ersten 9 sec der Wiederbefeuchtung und eine Woche nach der Behandlung beurteilt.

Ergebnis: In allen 4 Patientenfällen scheint der beobachtete minimale Farbwertunterschied während der Wiederbefeuchtung ein guter Indikator zu sein, um abzuschätzen, ob eine zufriedenstellende Maskierung erreicht werden kann. Des Weiteren konnte bei den insgesamt 55 behandelten White-Spot-Läsionen festgestellt werden, dass Läsionen mit einem höheren Farbwertunterschied öfters geätzt wurden als Läsionen mit weniger ausgeprägtem Farbwertunterschied. Insgesamt war das Maskierungsergebnis eine Woche nach der Infiltration in allen Fällen zufriedenstellend.

Diskussion: Der während des Wiederbefeuchtungstests minimale Farbunterschied zwischen der initialen Läsion und dem umgebenden intakten Schmelz scheint ein guter Prädiktor für das finale Ergebnis der Infiltration von postorthodontischen White-Spot-Läsionen zu sein. Des Weiteren scheinen White-

*geteilte Erstautorenschaft Richard J. Wierichs und Celine Kobbe

Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, zmk – Zahnmedizinische Kliniken Bern, Universität Bern: Dr. Richard Wierichs, Celine Kobbe, Prof. Dr. Hendrik Meyer-Lückel

**Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Wierichs RJ, Kobbe C, Meyer-Lückel H: Estimating the masking effect of post-orthodontic white spot lesions before resin infiltration. Dtsch Zahnärztl Z Int 2020; 2: 168–173

Zitierweise: Wierichs RJ, Kobbe C, Meyer-Lückel H: Wie der Maskierungserfolg von postorthodontischen White-Spot-Läsionen vor der Infiltration abgeschätzt werden kann, Dtsch Zahnärztl Z 2020; 75: 284–290

Peer-reviewed article: eingereicht: 09.07.2020, revidierte Fassung akzeptiert: 27.07.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2020.0284-0290

Spot-Läsionen mit einem höheren Ausgangsfarbunterschied mehr Ätzzvorgänge zu benötigen.

Schlussfolgerung: Die Infiltration ist eine nützliche mikroinvasive Methode White-Spot-Läsionen, die während der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen auftreten, zu maskieren. Darüber hinaus kann der temporäre Maskierungserfolg beim Wiederbefeuchtungstest mit Ethanol als Indikator für die Anzahl an notwendigen Ätzzvorgängen herangezogen werden.

Schlüsselwörter: Kariesinfiltration; postorthodontische Behandlung; Schmelzläsion; White-Spot-Läsion; Ästhetik

Einleitung

Bei der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen erhöht sich das Risiko der Entstehung von initialen nicht-kavitierten kariösen Läsionen – sog. White-Spot-Läsionen [3]. Das Kariesrisiko ist aufgrund der erschwerten Mundhygiene rund um die Brackets, die auch zusätzliche Retentionsmöglichkeiten für den Biofilm darstellen, erhöht [2]. White-Spot-Läsionen entstehen schnell und sind für die Patienten auch später weiterhin eine ästhetische Belastung [15]. Die charakteristische weiße, opake Erscheinung der Läsionen kann physikalisch mit einer stärkeren Lichtbrechung innerhalb des Läsionskörpers aufgrund der Luft- und Speichleinschlüsse im Vergleich zum umgebenden gesunden Schmelz erklärt werden [13]. In der Literatur variieren die Prävalenzen von White-Spot-Läsionen nach der Behandlung mit festsitzenden Elementen zwischen 23 %, 50 % oder sogar 97 % [10].

White-Spot-Läsionen remineralisieren meist von alleine, sobald die Brackets, die eine Retentionsstelle für Plaque darstellen, entfernt worden sind. Obwohl fluoridhaltige Agenzien zur Verstärkung dieser Remineralisation eingesetzt werden können, wird das ästhetische Erscheinungsbild meistens nicht ausreichend verbessert [19]. Daher wurden verschiedene Präventionsstrategien während der Behandlung mit festsitzenden Elementen, z.B. fluoridfreisetzende Versiegler oder Bondingmaterialien, genauso wie die tägliche Verwendung von fluoridhaltiger oder chlorhexi-

dinhaltiger Mundspülungen, angewandt. Allerdings konnten diese die Entstehung von White-Spot-Läsionen nicht verhindern [21]. Nach Entfernung der festsitzenden Elementen ist die Mikroabrasion eine weitere Behandlungsmöglichkeit, die hauptsächlich für sehr oberflächliche Läsionen geeignet ist, da bei tieferen Läsionen konkave Zahnoberflächen entstehen können [22]. Direkte und indirekte Restaurationen führen ebenfalls zu zufriedenstellenden und vorhersagbaren Ergebnissen, sollten aber wegen ihrer hohen Invasivität nur

bei kavitierten Läsionen angewandt werden [18].

Ein weiterer therapeutischer Ansatz für die Behandlung von initialen, nicht-kavitierten, kariösen Läsionen ist die Kariesinfiltration. Hierbei wird durch die Obturation der Mikroporositäten der Schmelzbereiche einer Karies mithilfe von fließfähigen Kunststoffen („Infiltranten“) eine weitere Kariesprogression verhindert [17]. Darüber hinaus wird das optische Erscheinungsbild durch die Kariesinfiltration positiv verändert [11]. Allerdings ist die Vor-

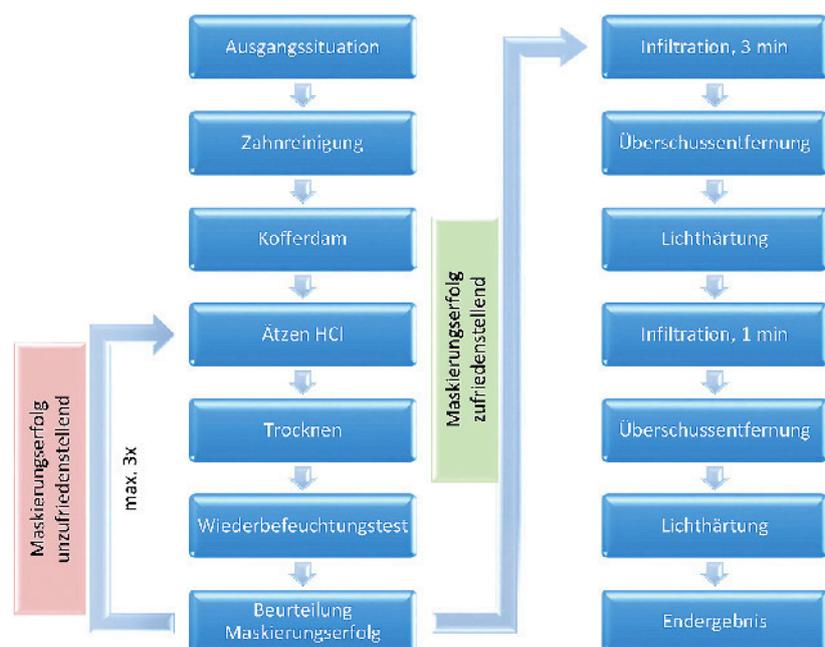


Abbildung 1 Behandlungsschema für die Infiltration von White Spots. Die subjektive Beurteilung, ob das Maskierungsergebnis zufriedenstellend war, erfolgte während des Wiederbefeuchtungstests. Falls das Ergebnis nicht zufriedenstellend war, wurde der Ätzzvorgang wiederholt. Der Ätzzvorgang durfte dabei insgesamt dreimal durchgeführt werden. Im Anschluss wurde das Behandlungsschema fortgeführt.

Estimating the masking effect of post-orthodontic white spot lesions before resin infiltration

Introduction: Orthodontic treatment with fixed elements increases the risk of developing white spot lesions due to additional retention opportunities for biofilm. One approach for the esthetic treatment of these lesions is caries infiltration. In order to estimate the final masking effect of the resin infiltration, re-wetting with water or ethanol is often performed just after the etching procedure.

Patient cases: Four patients who were diagnosed with white spot lesions in the esthetically visible area during treatment with fixed orthodontic appliances were informed about the possibility of optically masking these lesions using resin infiltration. The infiltration (Icon, DMG) was performed according to the manufacturer's instructions, but the etching procedure was performed up to three times. The decision regarding whether to repeat the etching procedure was made subjectively by the practitioner during the re-wetting test with ethanol. The masking effect generated by ethanol and resin infiltration was analyzed using digital photographs before treatment, before and during the first 9 seconds of re-wetting as well as one week after treatment.

Result: In all 4 patient cases, the observed minimum color difference during re-wetting appears to be a good indicator for assessing whether a satisfactory masking effect can be achieved. Furthermore, in the total of 55 treated white spot lesions, lesions with higher color value differences were etched more frequently than lesions with less pronounced color value differences. Overall, the masking effect one week after resin infiltration was satisfactory in all cases.

Discussion: During the re-wetting test, the minimum color difference between the initial lesion and the intact enamel which surrounds the lesion seems to be a good predictor of the final outcome of resin infiltration of post-orthodontic white spot lesions. Furthermore, white spot lesions with proa higher initial color difference appear to require multiple etching procedures.

Conclusion: Resin infiltration is a useful microinvasive method for masking white spot lesions which develop during orthodontic treatment with fixed appliances. Moreover, the temporary masking effect achieved by the re-wetting test with ethanol can be used as an indicator for estimating the number of etching procedures required.

Key words: caries infiltration; post-orthodontic treatment; enamel lesion; white spot lesion; esthetics

herschbarkeit des Maskierungseffektes während der klinischen Anwendung schwierig. Die unterschiedliche Maskierung verschiedener Läsionen liegt u.a. an der variablen Dicke der Oberflächenschicht [8, 14]. Diese ist bei inaktiven Läsionen

zumeist dicker und weniger durchlässig im Vergleich zu neu entstandenen, aktiven Läsionen [1]. Die Poren von aktiven Läsionen scheinen demgegenüber größer und die Oberflächenschicht weniger mineralisiert, sodass der Kunststoff tiefer in den

Läsionskörper eindringen kann [13]. Allerdings gibt es bis heute keine Möglichkeit nach dem Ätzen abzuschätzen, wie gut der Infiltrant durch die (restliche) Oberflächenschicht diffundieren wird. Dies wäre jedoch wünschenswert, da, sobald der Infiltrant appliziert wurde und das Ergebnis nicht befriedigend ist, der Infiltrant nur schwerlich entfernt werden kann, um hiernach eine tiefere Infiltration anzustreben. Gleichwohl ist unabhängig von der Dicke der zu entfernenden Oberflächenschicht ebenso ein hoher Demineralisierungsgrad der Läsion ungünstig, um ein möglichst vollständiges Maskierungsergebnis zu erreichen.

Auf Grundlage der Brechungsindizes von Flüssigkeiten, die näher am Brechungsindex von gesundem Schmelz als am Brechungsindex von Luft liegen, müsste die Applikation einer Flüssigkeit nach dem Ätzvorgang eine (temporäre) Beurteilung ermöglichen, ob die Oberflächenschicht ausreichend entfernt wurde, um eine ausreichend tiefe Diffusion zu ermöglichen [6]. Folglich wäre in der Theorie der Maskierungserfolg mithilfe einer Flüssigkeit vor der Applikation des Infiltranten beurteilbar. Anhand der hier präsentierten 4 Fallbeispiele sollte daher der Frage nachgegangen werden, ob das finale Ergebnis der Infiltration während des Wiederbefeuchtungstestes vorhergesagt werden kann.

Fallbeispiele

Vier Patienten, die sich über „weiße Flecken“ auf den Zähnen im ästhetisch sichtbaren Bereich nach Entfernung der festsitzenden Apparatur im Rahmen ihrer kieferorthopädischen Behandlung beklagten, wurden im Rahmen einer klinischen Studie therapiert [10]. Die weißlichen Schmelzareale wurden als postorthodontische White-Spot-Läsion diagnostiziert.

Nach Einwilligung erfolgte die Infiltration entsprechend dem folgenden Behandlungsschema (Abb. 1):

- a. Reinigung der Zähne mit fluoridfreier Polierpaste (Cleanic; Kerr, Bioggio, Schweiz)
- b. Applikation von flüssigem Kofferdam (OpalDam; Ultradent, South Jordan, USA), um

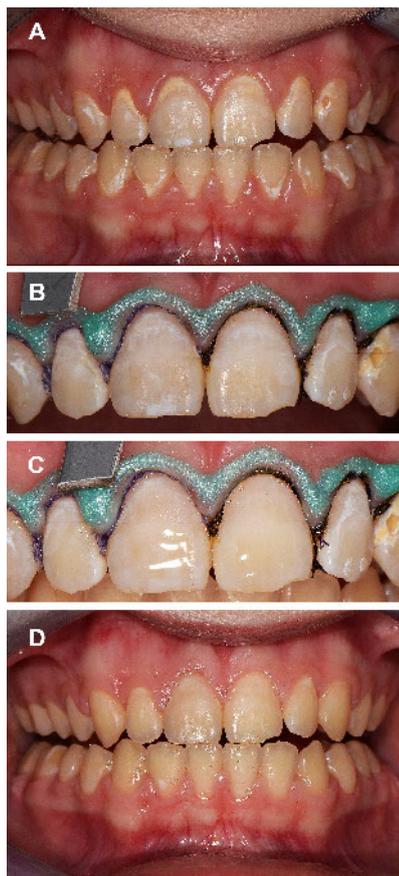


Abbildung 2A–D Nach der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Elementen dominierten multiple White-Spot-Läsionen das Erscheinungsbild des Ober- und Unterkiefers dieses Patienten (**A**). Nach erfolgter Ätzung (**B**) und Abschätzung des Maskierungserfolges während des Wiederbefeuchtungstestes (**C**) stellte sich eine Woche nach der Infiltration ein zufriedenstellendes Endergebnis (**D**) ein. Der Farbunterschied eine Woche nach der Infiltration (**D**) an den zervikalen Rändern der Zähne 11 und 21 ist nochmals geringer als der minimale Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung (**C**). Es ist zu beachten, dass Teilabbildung C nur den Wiederbefeuchtungstest der Zähne 11 und 21 zeigt und dass vor Aufnahme des Endergebnisses (**D**) die kavitierte Läsion an Zahn 23 restaurativ versorgt wurde.

- das Arbeitsfeld trocken zu halten und die Gingiva zu schützen
- c. Ätzen der Zähne mit 15%igem HCl-Gel – 2 min pro Läsion (ICON etch; DMG, Hamburg, Deutschland)
- d. Absaugen des HCl-Gels und absprühen mit Wasser – 30 sec pro Zahn
- e. Trockenpusten der Zähne – 30 sec pro Zahn

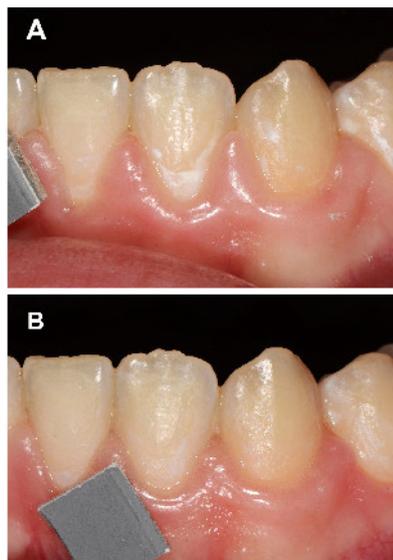


Abbildung 3A/B Zahn 33 mit einer zervikal gelegenen White-Spot-Läsion. Die Graukarte auf den Bildern diente zur Standardisierung der Farbauswertung. **A**) Ausgangssituation: **B**) Situation eine Woche nach der Infiltration

- f. Wiederbefeuchten der Zähne mit Ethanol – 30 sec pro Zahn (ICON dry; DMG, Hamburg, Deutschland)
- g. Trockenpusten der Zähne – 10 sec pro Zahn

Während der Wiederbefeuchtung entschied die Behandlerin (C.K.), ob das Maskierungsergebnis für sie zufriedenstellend war. Falls die subjektive Beurteilung nicht zufriedenstellend war, wurden die Schritte c–g wiederholt. Der Ätzvorgang wurde dabei maximal dreimal durchgeführt. Im Anschluss wurde das Behandlungsschema fortgeführt:

- h. Auftragen des Infiltranten – 3 min Einwirkungszeit (ICON Infiltrant; DMG, Hamburg, Deutschland)
- i. Entfernen der Überschüsse mit einem Schaumstoffpellet
- j. Lichthärten – 40 sec pro Zahn
- k. Auftragen des Infiltranten – 1 min Einwirkungszeit
- l. Entfernen der Überschüsse mit einem Schaumstoffpellet
- m. Lichthärten – 40 sec pro Zahn
- n. Abschließend fand eine Politur der infiltrierten Bereiche statt (Sof-Lex; 3 M, Saint Paul, USA und Occlubrush; Kerr, Orange, USA).

Um den Maskierungserfolg zu beurteilen, wurden standardisiert (Verschlusszeit: 1/250, Blendenöffnung: F29, ISO-Empfindlichkeit: 100, Weißabgleich: 6250 K, Zahn-Objektivabstand: 20 cm) digitale Fotografien zu folgenden Zeitpunkten angefertigt und verglichen: vor der Behandlung, eine Sekunde vor der Ethanolapplikation (Behaltungsschritt f), in den neun folgenden Sekunden (1 Bild pro Sekunde) und eine Woche nach der Behandlung (Abb. 2–4). Dabei wurde darauf geachtet, einen Farbeinfluss aufgrund einer Dehydratation der Zähne zu vermeiden.

Ergebnisse

Nach Entfernung der Brackets wurden bei den 4 Patienten (14–16 Jahre) 55 White-Spot-Läsionen (ICDAS Code 2, OK: n = 29; UK: n = 26) an den Frontzähnen sowie den ersten Prämolaren diagnostiziert. Die Ausgangssituation sowie das Endergebnis der durchgeführten Behandlungen sind in Abbildung 2 und Abbildung 5 dargestellt. In allen Fällen konnte eine zufriedenstellende Maskierung erreicht werden. Dies zeigte sich unabhängig von der Anzahl der Ätzvorgänge. In einer nach der Behandlung durchgeführten Auswertung der digitalen Bilder zeigte sich, dass die Anzahl der durchgeführten Ätzschritte mit den Ausgangsfarbunterschieden korrelierte. Je stärker der (verbliebene) Farbunterschied während der Behandlung eingeschätzt wurde, desto mehr Ätzschritte wurden durchgeführt. Des Weiteren zeigte sich, dass der subjektiv empfundene minimale Farbunterschied während des Wiederbefeuchtungstestes gut zur Abschätzung des Farbunterschiedes eine Woche nach der Infiltration geeignet ist. Zähne, die während der ersten 3–5 sec des Wiederbefeuchtungstestes kein zufriedenstellendes Maskierungsergebnis aufwiesen, wurden ein weiteres Mal geätzt (Abb. 4). Des Weiteren konnte die Empfindung der Behandlerin, dass der Farbunterschied eine Woche nach der Infiltration nochmals signifikant geringer als der minimale Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung war, anhand der Auswertung der digitalen Bilder bestätigt werden (Abb. 5).

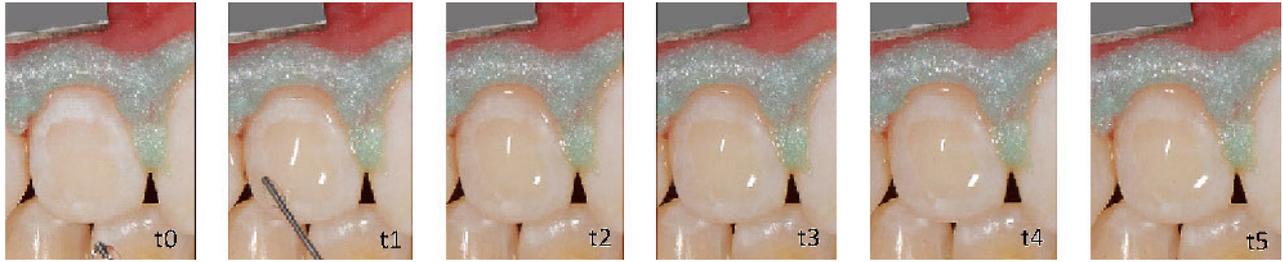


Abbildung 4t0–t5 Mithilfe des Wiederbefeuchtungstests mit Ethanol vor der anschließenden Infiltration kann eingeschätzt werden, ob der Maskierungserfolg bei einer zuvor geätzten Läsion (**t0**) zufriedenstellend sein wird. Falls dies nicht innerhalb der ersten 3–5 sec (**t1–t5**) feststellbar ist, so wie in diesem Fallbeispiel, sollte nochmalig mit Salzsäure für 2 min geätzt werden.

Diskussion

Anhand der Fallbeispiele wurden die Veränderungen des Farbunterschiedes während des Wiederbefeuchtungstests, deren Einfluss auf die Anzahl an Ätztvorgängen und deren Korrelation mit den Ergebnissen eine Woche nach der Infiltration, beschrieben. Es ist zu erkennen, dass der minimale Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung geeignet zu sein scheint, den Farbunterschied eine Woche nach der Infiltration abzuschätzen. Dabei kommt es insbesondere in den ersten 3 sec der Wiederbefeuchtung zu einer starken Reduktion des Farbunterschiedes. Wird kein deutlicher Farbwertabfall (d.h. eine Maskierung) subjektiv festgestellt, sollte nochmals geätzt werden. In jedem Fall wird der Farbunterschied durch die Infiltration im Vergleich zum Wiederbefeuchtungstest (noch) weiter reduziert. Dies könnte im höheren Brechungsindex des Infiltranten ($BI = 1,51$) begründet

liegen, der im Vergleich zum Brechungsindex von Ethanol ($BI = 1,36$) näher am Brechungsindex von gesundem Schmelz ($BI = 1,63$) liegt. Des Weiteren konnte beobachtet werden, dass die Anzahl der Ätztvorgänge mit dem Ausgangsfarbunterschied korrelierte. Die Daten zeigten eine positive, allerdings schwache Korrelation zwischen der Anzahl der Ätztvorgänge und der auf Grundlage des optischen Erscheinungsbildes subjektiven Einschätzung des Schweregrades der White-Spot-Läsion [10].

Um ein ästhetisch zufriedenstellendes Ergebnis bei der Maskierung von White-Spot-Läsionen zu erhalten, ist eine möglichst vollständige Infiltration des Läsionskörpers notwendig [13]. Dazu muss die Oberflächenschicht der Läsion während des Ätztvorganges so modifiziert werden, dass der Kunststoff bzw. das Ethanol in die Läsion diffundieren kann. Allerdings variiert die Dicke dieser Oberflächenschicht stark [14]. Dies könnte auch

erklären, warum nicht nur bei diesen Patientenfällen die Anzahl der Ätztvorgänge und somit die Länge des Ätztvorganges variiert wurde [7, 8]. In Abhängigkeit des ästhetischen Erscheinungsbildes wurde in den genannten Studien und in den vorliegenden Patientenfällen die Anzahl der Ätztvorgänge bzw. die Dauer des Ätzens variiert. Allerdings wurde die maximale Anzahl an Ätztvorgängen auf drei begrenzt, um nicht zu viel Schmelz zu entfernen. Die Begrenzung galt auch, wenn das ästhetische Ergebnis beim Wiederbefeuchtungstest nach dem dritten Ätztvorgang nicht zufriedenstellend war. Da jeder Ätztvorgang zwischen $35\ \mu\text{m}$ und $45\ \mu\text{m}$ der Schmelzoberfläche entfernt [14], resultieren 3 Ätztvorgänge in einer maximalen Entfernung von $105\text{--}135\ \mu\text{m}$ und damit wahrscheinlich in einer vollständigen Entfernung der Oberflächenschicht in den meisten aktiven und auch inaktiven Läsionen. Eine weitere Wiederholung

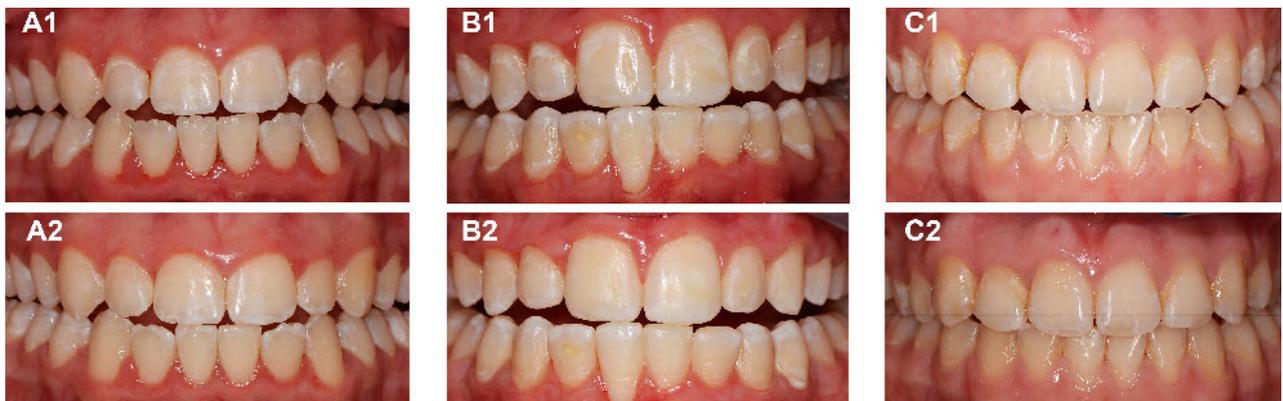


Abbildung 5A1–C1 und A2–C2 Übersichtsaufnahmen von 3 Patienten mit postorthodontischen White-Spot-Läsionen. **A1, B1, C1**: Ausgangssituation; **A2, B2, C2**: jeweilige Situation eine Woche nach der Infiltration. Ein zufriedenstellendes Maskierungsergebnis konnte in allen 3 Fällen erreicht werden.

Autoren	Publikationsjahr	Dauer der Nachuntersuchung	Anzahl der behandelten Patienten/ Anzahl der infiltrierten Läsionen	Behandelte Zähne	Ergebnisse
Kim et al. [7]	2011	1 Woche	9 Patienten, 18 Zähne	Frontzähne	61 % komplett, 33 % teilweise, 6 % gar nicht maskiert
Hammad et al. [4]	2012	Sofort	18 Patienten, 108 Zähne	OK-Frontzähne (ICDAS 2+3)	Signifikanter Anstieg des Grauwertes (= Maskierung)
Knösel et al. [8]	2013	6 Monate	20 Patienten, 111 infiltrierte u. 108 Kontrollzähne	Front- und Eckzähne	$\Delta\Delta E$: Infiltration -2,3 Kontrolle +0,2 Signifikante Verbesserung
Knösel et al.# [9]	2019	2 Jahre	8 Patienten, 45 Zähne	Front- und Eckzähne	$\Delta\Delta E$: Infiltration -3,2
Senestraro et al. [20]	2013	8 Wochen	20 Patienten, 46 infiltrierte u. 20 Kontrollzähne	OK-Frontzähne	Reduktion der Läsionsfläche 61 % Infiltration 1 % Kontrolle

(Abb. 1–5, Tab. 1: R. J. Wierichs und C. Kobbe)

#Nachauswertung von Knösel et al. 2013

Tabelle 1 Klinische Studien zum Maskierungserfolg bei White-Spot-Läsionen zumeist nach kieferorthopädischer Behandlung

des Ätzworganges würde folglich eine unnötige Entfernung des Schmelzes bedeuten. Insbesondere, weil nach Entfernung der Oberflächenschicht der Maskierungserfolg wahrscheinlich zunehmend von der Tiefe bzw. dem Mineralisationsgrad der Läsion abhängt und nicht mehr von der weniger porösen Oberflächenschicht.

Die Behandlung der hier präsentierten Fälle erfolgte im Rahmen einer von der Ethikkommission der RWTH Aachen genehmigten (EK 110/13) und bereits veröffentlichten Studie [10]. In der genannten Studie konnte an insgesamt 221 Läsionen in 29 Patienten gezeigt werden, dass die Infiltration den Farbunterschied von White-Spot-Läsionen nach der Behandlung subjektiv und objektiv deutlich reduziert. Die finalen Farbunterschiede lagen nur leicht über dem wahrnehmbaren Schwellenwert [5]. Diese Farbunterschiede werden vom menschlichen Auge aus einem gewöhnlichen sozialen Abstand nicht wahrgenommen. Weiter zeigte eine Untergruppenanalyse, dass der Farbunterschied von 73 % der Läsionen, die einmal geätzt wurden, unter die-

sem Schwellenwert lag, wohingegen Läsionen, die zwei- oder dreimal geätzt wurden den Schwellenwert in nur 62 % bzw. 32 % der Fälle unterschritten. Das Endergebnis, bei Läsionen die zwei- oder dreimal geätzt wurden, war somit weniger zufriedenstellend als bei einmal geätzten Läsionen. Des Weiteren konnte eine starke Korrelation zwischen dem minimalen Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung und dem finalen Farbwert eine Woche nach der Infiltration festgestellt werden und belegt werden, dass der minimale Farbunterschied während der Wiederbefeuchtung ebenfalls gut geeignet ist, zu beurteilen, ob ein weiterer Ätzschritt notwendig ist. Die Ergebnisse sind zudem im Einklang mit vorherigen Studien [7, 8], die ebenfalls einen guten Maskierungseffekt mit dieser Behandlung bei postorthodontischen White-Spot-Läsionen zeigten. Weitere klinische Studien, die ebenfalls den Maskierungserfolg nach der Infiltration untersuchten, und deren Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Interessanterweise deuten die Studien ebenfalls darauf hin, dass die

Zeit zwischen der Abnahme der Brackets und dem Infiltrieren eine wichtige Rolle zu spielen scheint, um eine erfolgreiche Maskierung der White-Spot-Läsionen zu erzielen [8]. Je schneller die Behandlung stattfindet, desto erfolgreicher scheint der Maskierungseffekt. Der Einfluss des zeitlichen Abstandes führte in der vorliegenden Studie dazu, dass Patienten, bei denen die kieferorthopädische Behandlung länger als 12 Monate zurücklag, exkludiert wurden. Des Weiteren kam die Frage auf, ob der Maskierungserfolg durch eine Infiltration der White-Spot-Läsionen während der kieferorthopädischen Behandlung weiter optimiert werden könnte. Allerdings wurde dieser Frage bislang nur in einer nicht kontrollierten Studie [16] und einem Fallbericht [12] nachgegangen. In beiden Veröffentlichungen wurden White-Spot-Läsionen unmittelbar nach dem Erkennen infiltrierte ohne die kieferorthopädische Behandlung zu unterbrechen. Obwohl die Ergebnisse in beiden Veröffentlichungen vielversprechend waren, ist dieser Ansatz bislang nur wenig untersucht.

Schlussfolgerung

Die Patientenfälle veranschaulichen, dass der temporäre Maskierungserfolg beim Wiederbefeuchtungstest mit Ethanol vor der anschließenden Infiltration ein guter Prädiktor für den definitiven Maskierungserfolg zu sein scheint und für die Bestimmung der notwendigen Anzahl an Ätzworgängen herangezogen werden kann. Des Weiteren scheinen White-Spot-Läsionen mit einem höheren Ausgangsfarbsunterschied mehr Ätzworgänge zu benötigen. Insgesamt konnte gezeigt werden, dass die Infiltration eine nützliche Methode ist, White-Spot-Läsionen, die während der kieferorthopädischen Behandlung auftreten, hiernach zu maskieren.

Anmerkung der Autoren

Die in diesem Artikel präsentierten Fälle sind im Rahmen einer klinischen Studie, die unter dem Titel „Evaluation of the value of re-wetting prior to resin infiltration of post-orthodontic caries lesions“ im Journal of Dentistry erschienen ist, behandelt worden [10].

Interessenkonflikte

R. Wierichs und C. Kobbe erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

H. Meyer-Lückel wird in den von der Charité Berlin gehaltenen Patenten zur Methode Kariesinfiltration als Erfinder aufgeführt und ist an den Erlösen der Lizenzierung der Patente an die Dentalfirma DMG beteiligt.

Literatur

1. Ando M, Fontana M, Eckert GJ, Arthur RA, Zhang H, Zero DT: Objective and quantitative assessment of caries lesion activity. *J Dent* 2018; 78: 76–82
2. Boersma JG, van der Veen MH, Lagerweij MD, Bokhout B, Prahl-Andersen B: Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic

appliances: influencing factors. *Caries Res* 2005; 39: 41–47

3. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ: Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982; 81: 93–98
4. 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
5. Johnston WM, Kao EC: Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68: 819–822
6. Kidd EA, 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 C:C35–38
7. 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
8. Knosel M, Eckstein A, Helms HJ: Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multi-bracket-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
9. Knosel M, Eckstein A, Helms HJ: Long-term follow-up of camouflage effects following resin infiltration of post-orthodontic white-spot lesions in vivo. *Angle Orthod* 2019; 89: 33–39
10. Kobbe C, Fritz U, Wierichs RJ, Meyer-Lueckel H: Evaluation of the value of re-wetting prior to resin infiltration of post-orthodontic caries lesions. *J Dent* 2019; 91: 103243
11. Meyer-Lückel H, Paris S: Kariesinfiltration. In: Meyer-Lückel H, Paris S, Kim E (Hrsg): *Karies: Wissenschaft und Klinische Praxis*. Thieme, Stuttgart 2012, 271–283
12. Meyer-Lückel H, Wierichs R, Sheikh Ali F: Masking and arresting of caries during treatment with brackets. In: DMG Dental-Material Gesellschaft mbH (Hrsg): *Icon smooth surfaces – case reports*. DMG Eigenverlag, Hamburg 2019, 16–19
13. Meyer-Lueckel H, Paris S: Infiltration. In: Meyer-Lueckel H, Paris S, Ekstrand KR (Hrsg): *Caries management – science and clinical practice*. Thieme, Stuttgart, New York 2013, 245–258
14. Meyer-Lueckel H, Paris S, Kielbassa AM: Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Res* 2007; 41: 223–230

15. Ogaard B: Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989; 96: 423–427

16. Ogodescu A, Ogodescu E, Talpos S, Zetu I: [Resin infiltration of white spot lesions during the fixed orthodontic appliance therapy]. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi* 2011; 115: 1251–1257

17. Paris S, Schwendicke F, Keltsch J, Dorfer C, Meyer-Lueckel H: Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *J Dent* 2013; 41 (Suppl 5): e28–34

18. Sadowsky SJ: An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 433–442

19. Sardana D, Zhang J, Ekambaram M, Yang Y, McGrath CP, Yiu CKY: Effectiveness of professional fluorides against enamel white spot lesions during fixed orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2019; 82: 1–10

20. 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

21. Wiechmann D, Klang E, Helms HJ, Knosel M: Lingual appliances reduce the incidence of white spot lesions during orthodontic multibracket treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148: 414–422

22. Wong FS, Winter GB: Effectiveness of microabrasion technique for improvement of dental aesthetics. *Br Dent J* 2002; 193: 155–158



(Foto: Richard J. Wierichs)

DR. RICHARD J. WIERICHS
Klinik für Zahnerhaltung,
Präventiv- und Kinderzahnmedizin
zmk – Zahnmedizinische Kliniken Bern
Universität Bern
Freiburgstr. 7
3010 Bern, Schweiz
richard.wierichs@zmk.unibe.ch