

BRIGITTE ZIMMERLI  
FRANZISKA JEGER  
ADRIAN LUSSI

Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, Zahnmedizinische Kliniken, Universität Bern

#### Korrespondenzadresse

Dr. Brigitte Zimmerli, Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, Freiburgstrasse 7, 3010 Bern  
Tel. +41 31 632 25 80  
Fax +41 31 632 98 75  
E-Mail: brigitte.zimmerli@zmk.unibe.ch

Schweiz Monatsschr Zahnmed 120: 314–320 (2010)

Zur Veröffentlichung angenommen: 7. Juli 2009

# Bleichen von devitalen Zähnen

Eine Literaturübersicht mit klinisch relevanten Aspekten

Schlüsselwörter: Bleichen, devitale Zähne, Walking-Bleach-Technik, Wurzelresorptionen

**Zusammenfassung** Das Bleichen von devitalen Zähnen gehört heute zur Routinebehandlung von verfärbten, endodontisch behandelten Zähnen. Im Rahmen einer Literaturübersicht wurden aktuelle Studien zum Thema gesucht und besprochen. Die Ätiologie der Verfärbung devitaler Zähne ist vielfältig. Einige Faktoren, welche die Verfärbungstendenz minimieren können, sind durch den Zahnarzt beeinflussbar. Die drei gängigsten Bleichmethoden zur Therapie devitaler Zähne sind die Walking-Bleach-Technik, das Inside-Outside-Bleaching sowie das In-Office-Bleaching. Dabei scheint die Walking-Bleach-Technik eine zuverlässige Methode mit relativ geringem

Aufwand für Zahnarzt und Patient zu sein. Die verschiedenen Bleichmittel und ihre Interaktionen mit der Zahnschmelzsubstanz sind nach wie vor nicht umfassend untersucht. Auf zusätzliche Hilfsmittel zur Aktivierung der Bleichsubstanzen mittels Licht- oder Wärmeapplikation sollte aufgrund der vorliegenden Daten verzichtet werden. Der Patient muss über die fehlende Vorhersagbarkeit des Bleicherfolges sowie eines möglichen Rezidives aufgeklärt werden. Auch die Information bezüglich Wurzelresorptionen sollte zwingend erfolgen, wobei eine hohe Korrelation zwischen Wurzelresorptionen und vor der Bleichtherapie erlittenem Zahntrauma besteht.

## Einleitung

Verfärbte Frontzähne werden häufig als störend empfunden. Aufgrund des wachsenden Bedürfnisses nach schönen, weissen Zähnen und der Etablierung ästhetischer Behandlungsmethoden hat das Bleichen von devitalen Zähnen in den letzten Jahren an Bedeutung zugenommen. Mitte des 19. Jahrhunderts wurden erste Versuche unternommen, verfärbte Zähne mittels verschiedener Agenzien aufzuhellen. Erste Bleichversuche wurden mit Oxalsäure durchgeführt, bis 1884 die zahnbleichende Wirkung von Wasserstoffperoxid erkannt wurde (GOLDSTEIN 1997). Das Bleichen devitaler Zähne wurde erstmals 1895 von Garretson erwähnt. Er verwendete Chlor als Bleichmittel (FASANARO 1992). Erst 1951 wurde Wasserstoffperoxid zum Bleichen devitaler Zähne verwendet (PEARSON 1951). Das Bleichen von devitalen Zähnen stellt eine minimal invasive Intervention dar, die bei richtiger Durchführung nur geringe Risiken hat.

Dennoch gibt es widersprüchliche Meinungen und ungeklärte Fragen zu dieser Behandlungsmethode. Die vorliegende Arbeit stellt eine Übersicht der aktuellen Literatur dar. Sie zeigt sowohl die Gründe für Verfärbungen devitaler Zähne auf als auch Therapiemöglichkeiten und Erfolgsaussichten. Thematisiert werden zudem die möglichen Nebenwirkungen dieser therapeutischen Intervention und die daraus folgende Aufklärungspflicht des Zahnarztes.

## Material und Methode

Mittels Internet wurde auf PubMed eine Literatursuche gestartet (Stand Januar 2009). Dabei wurden folgende Suchbegriffe verwendet (Total Treffer/Anzahl bearbeiteter Artikel im Text/ bereits durch vorherige Suchbegriffe abgedeckte Artikel): walking bleaching (51/14/0), endodontic bleaching (47/8/4), internal bleaching of teeth (64/10/5), intracoronal tooth bleaching (75/10/5), inside-outside bleaching of teeth (5/3/2),

**Tab. Ätiologie intrinsischer Verfärbungen  
(nach PLOTINO ET AL. 2008)**

Präeruptive Gründe	Posteruptive Gründe
– Medikamente (Tetrazykline)	– Pulpanekrose
– Metabolismus (Fluorose)	– Intrapulpale Blutung
– Genetik (Hyperbilirubinämie, Amelogenesis imperfecta, zystische Fibrose des Pankreas)	– Verbliebenes Pulpagewebe nach endodontischer Therapie
– Zahntrauma	– Endodontische Materialien (Einlagen, Wurzelkanalsealer)
	– Füllungsmaterialien
	– Wurzelresorption
	– Alterungsprozesse

resorption and bleaching (89/20/13), risks and tooth bleaching (51/9/9), endodontics and discolorations (216/20/9) /discolorations (9/2/1), intrinsic tooth discoloration (57/2/1). Es wurden nur Originalarbeiten und Übersichtsartikel ausgewertet und diskutiert. Fallbeschreibungen wurden gemäss Relevanz für die Klinik zitiert. Abstracts wurden nicht in die Arbeit integriert. Eine Handsuche wurde nachgeholt, nachdem die Originalartikel gelesen worden waren. Referenzen zum Thema wurden bearbeitet. Zudem wurden die Artikel auf PubMed unter der Kategorie «related articles» zur Komplettierung der Artikelsuche beigezogen. Analysiert wurden vorwiegend die Studien der letzten zehn Jahre. Ältere Studien wurden gemäss ihrer heutigen Relevanz zitiert.

### Ätiologie intrinsischer Verfärbungen

Verfärbungen können externen oder internen Ursprungs sein. Externe Verfärbungen erfolgen durch färbende Nahrungs- oder Genussmittel sowie durch ungenügende Mundhygiene oder durch gewisse Mundhygieneprodukte. Eine Abnahme der Schmelzdicke infolge Alterung lässt den Zahn dunkler erscheinen (WATTS & ADDY 2001). Als interne Verfärbungen bezeichnet man solche, die ihren Ursprung innerhalb der Pulpahöhle haben. Hierzu gehören Hämorrhagie, Nekrose, Kalzifikation sowie iatrogene Verfärbungen durch zahnärztliche Massnahmen (Tab.).

Die Hämorrhagie der Pulpa stellt die häufigste Ursache für Verfärbungen nach einem Trauma dar. Das Blut gelangt in die Dentinkanälchen, wo sein Zerfall stattfindet. Hierbei kommt es zur Einlagerung von chromogenen Blutabbauprodukten wie Hämosiderin, Hämin, Hämatin und Hämatoidin (ARENS 1989). Auch bei der Pulpaexstirpation wird eine Blutung ins Dentin provoziert (ARENS 1989). Durch eine Pulpanekrose können auf die gleiche Weise chromogene Abbauprodukte entstehen. In einer In-vitro-Untersuchung wurden Zähne mit Vollblut, Erythrozyten, Blutplasma mit Blutplättchen oder Kochsalzlösung behandelt. Die deutlichsten Verfärbungen traten bei der Gruppe mit Erythrozyten auf. In allen verfärbten Proben konnte die Anwesenheit von Hämatin, Hämoglobin und Hämosiderin histochemisch nachgewiesen werden (MARIN ET AL. 1997). Neben den Blutabbauprodukten sind aber auch Proteinabbauprodukte des Pulpagewebes für Verfärbungen verantwortlich.

Die Kalzifikation der Pulpa verursacht eine Verfärbung durch Obliteration der Dentinkanälchen und Anlagerung von Tertiärdentin (WATTS & ADDY 2001). Der Zahn bleibt hierbei vital. Dieser Vorgang tritt oftmals infolge eines Traumas auf. Andere Ursachen wie Abrasion, Erosion oder iatrogene Reize können ebenfalls die vitale Pulpa zur Obliteration stimulieren (THORDARSON ET AL. 1991).

Eine Reihe zahnärztlicher Massnahmen kann interne Verfärbungen verursachen. Bei unvollständiger Entfernung von

Pulpagewebe bei der Wurzelbehandlung kann das verbleibende Restgewebe zu Verfärbung führen (BROWN 1965, FAUNCE 1983). Spüllösungen, Wurzelkanalfüllmaterialien und Füllungsmaterialien können ihrerseits ebenfalls Verfärbungen verursachen. Die Kombination von Spülungen mit Natriumhypochlorit (bereits in niedrigen Konzentrationen) und Chlorhexidin führt zu braun-roten Ausfällungen (BASRANI ET AL. 2007). Um diese Reaktion zu verhindern, muss eine Zwischenspülung mit zum Beispiel Ringerlösung oder destilliertem Wasser vorgenommen werden. Eine rot-braune Ausfällungsreaktion ist auch zu beobachten, wenn nach Anwendung von Natriumhypochlorit eine Spülung mit Biopure MTAD® (Gemisch aus Tetrazyklin, Zitronensäure und Detergens) vorgenommen wird (TAY ET AL. 2006).

Der Typ des Wurzelkanalfüll- und Einlagematerials spielt eine Rolle für die Verfärbungstendenz des Zahns (VAN DER BURGT & PLASSCHAERT 1985, 1986, VAN DER BURGT ET AL. 1986a, b). Besonders stark zu Verfärbungen neigen Produkte mit Tetrazyklinen. Ein bekanntes Beispiel dafür ist Ledermix® (KIM ET AL. 2000a, b). Eine Zunahme von Verfärbungen kann festgestellt werden, wenn diese Produkte im Bereich des Pulpakavums belassen werden (KIM ET AL. 2000a, b). Sogar Kalziumhydroxid kann bei Revisionen von Wurzelkanalfüllungen zu Verfärbungen im Dentin führen. Dabei waren die Verfärbungen bei Kalziumhydroxid deutlich stärker als bei Kampfermonochlorphenol (TINAZ ET AL. 2008).

Verfärbungen durch Wurzelfüllmaterialien sind je nach Stoff, der die Verfärbungen auslöst, bleichbar (VAN DER BURGT & PLAESSCHAERT 1986). In einer In-vitro-Studie konnte bei allen getesteten Wurzelsealern eine Verfärbung nach drei, sechs und neun Monaten festgestellt werden. Die Zahnverfärbung war jeweils im zervikalen Drittel am stärksten ausgeprägt. Von den getesteten Produkten zeigte Endofill® die stärkste Verfärbungstendenz, gefolgt von Zinkoxideugenol, Tubuliseal®, AH 26®, Gutta Percha, Apatit root sealer® und Cavizol®. Am geringsten fiel die Verfärbung bei der Kontrollgruppe mit destilliertem Wasser aus (PARTOVI ET AL. 2006). Diese Zahnverfärbungen traten in der genannten Studie auch auf, obschon der Sealer nicht in die Dentintubuli penetriert war. Zahnverfärbungen infolge Sealer-Applikation zeigen eine Progression im In-vitro-Versuch über 12 Monate (PARSONS ET AL. 2001). Zwar weist Mineraltrioxid Aggregat (MTA) eine ausgezeichnete Biokompatibilität auf (RIBEIRO ET AL. 2005, RIBEIRO ET AL. 2006), doch führte das graufarbene MTA im ästhetischen Bereich zu problematischen Zahnverfärbungen (BORTOLUZZI ET AL. 2007). Es liegt ebenfalls ein Fallbeschrieb zur Verfärbung der Zahnhartsubstanz nach Applikation von weissem MTA vor (JACOBOWITZ & DE LIMA 2008). Dabei ist anzunehmen, dass auch beim weissen MTA eine Verfärbung aufgrund des Oxidationsprozesses von Eisen (Tetra-Kalzium-Aluminiumferrit) erfolgt.

### Mechanismus des Bleichens

Verfärbungen entstehen aufgrund der Ausbildung chemisch stabiler, chromogener Produkte. Pigmente bestehen aus langkettigen Kohlenstoff-Molekülen. Beim Bleichen werden diese Produkte oxidiert. Sie werden dabei gespalten und in jeweils kleinere Moleküle umgewandelt, welche in der Regel heller sind. Im Verlauf des Bleichens werden die langkettigen Kohlenstoff-Moleküle in Kohlenstoff und Wasser umgewandelt und zusammen mit naszierendem Sauerstoff abgegeben.

Einige Hersteller empfehlen die zusätzliche Applikation von Licht- oder Wärmequellen. Die Applikation von Hitze im Pulpakavum muss als problematisch eingestuft werden (→ Wurzelresorptionen). Die Verwendung eines Diodenlasers verbessert das Bleichresultat im Vergleich zur Lichtapplikation mittels

Halogenlampe nicht (GONTIJO ET AL. 2008). Jedoch konnte auch bei der Applikation der Halogenlampe eine deutliche Wärmeentwicklung im Wurzelbereich festgestellt werden, und der Bleicheffekt bei Lichtaktivierung war nicht besser als bei der Walking-Bleach-Technik (CARRASCO ET AL. 2007).

### Bleichmittel

Zahnbleichmittel werden gemäss Beschluss des Schweizer Bundesamtes für Gesundheit und des Heilmittelinstitutes Swissmedic den Kosmetika zugeordnet. Dabei gilt, dass Produkte mit maximal 6% Wasserstoffperoxid oder einer äquivalenten Menge anderer sauerstoffabgebender Mittel vom Patienten direkt bezogen werden können. Produkte mit einem höheren Prozentsatz sind ausschliesslich für die professionelle Anwendung (Zahnarzt) zugelassen.

*Wasserstoffperoxid* ( $H_2O_2$ ) ist ein effizientes Bleichmittel. Trotzdem sollten vor allem höhere Konzentrationen ( $\geq 30\%$ ) nur vorsichtig angewendet werden, um nicht das Risiko einer Wurzelresorption zu erhöhen (ATTIN ET AL. 2003).

*Natriumperborat* kommt in der Form von Mono-, Tri- ( $NaBO_2 \cdot H_2O_2 \cdot 3H_2O$ ) oder Tetrahydrat vor. Nach Zugabe von Wasser wird  $H_2O_2$  freigesetzt. Die Bleichwirkung ist nicht schlechter, wenn Natriumperborat mit Wasser statt mit Wasserstoffperoxid angemischt wird (ROTSTEIN ET AL. 1993, ARI & UNGÖR 2002).

Zurzeit gibt es nur sehr wenige Studien zur Verwendung von *Natriumpercarbonat* ( $2Na_2CO_3 \cdot H_2O_2$ ). Lange fand dieser Stoff nur wenig Beachtung, da die Lagerstabilität sehr schlecht war. Durch ein Coating-Verfahren ist dieses Produkt heute haltbar und ein marktfähiges Bleichmittel. In einer In-vitro-Studie konnte ein ähnlicher Bleicheffekt mit Natriumpercarbonat (mit Wasser gemischt) wie mit 30% Wasserstoffperoxid erzielt werden (KANEKO ET AL. 2000). Klinische Studien fehlen zurzeit aber noch.

*Carbamidperoxid* ( $CH_4N_2O \cdot H_2O_2$ ) ist eine organische Verbindung, die Wasserstoffperoxid und Harnstoff enthält. Carbamidperoxid zeigte im In-vitro-Versuch gleich gute Bleicheigenschaften wie Wasserstoffperoxid (LIM ET AL. 2004). Produkte, welche 10% Carbamidperoxid enthalten, setzen 3,5% Wasserstoff frei (GOLDSTEIN & KIREMIDJIAN-SCHUMACHER 1993).

### Indikationen für das interne Bleichen

Jegliche Verfärbungen, welche aufgrund von Metallionen entstehen (Silberstifte, Amalgamfüllungen), sind mit den heutigen Möglichkeiten leider nach wie vor nicht zuverlässig bleichbar (PLOTINO ET AL. 2008).

Hingegen können alle anderen Verfärbungen zum Teil mit erstaunlichen Resultaten entfernt werden (Abb. 1, 2). Die Klinik lehrt uns heute, dass zufriedenstellende Farbveränderung in der Regel durch maximal drei Bleichmittel-Applikationen erfolgreich herbeigeführt werden können.

Eine dichte Wurzelkanalfüllung ist eine wichtige Voraussetzung, damit ein wurzelbehandelter Zahn gebleicht werden kann. Der Zahn muss asymptomatisch sein, und bei radiologisch erkennbaren periapikalen Aufhellungen ist eine abwartende Haltung geboten. Es bleibt bei diesen Läsionen abzuklären, ob die Veränderung zunehmend ist oder ein Abheilungsprozess zu erkennen ist. In jedem Fall sollte das Wurzelfüllmaterial mit einem dichten Unterfüllungsmaterial abgedeckt werden, um eine Penetration von Bleichmittel in den Parodontalraum oder den Wurzelkanal zu verhindern (DE OLIVEIRA ET AL. 2003). Allfällige Zemente, welche zum Verschluss von Perforationen verwendet wurden, müssen ebenfalls mittels Unterfüllung abgedeckt werden. Vor allem MTA zeigt eine deutliche Verrin-



Abb. 1 Junger Patient nach Frontzahntrauma und endodontischer Behandlung an Zahn 11 vor fünf Jahren alio loco.

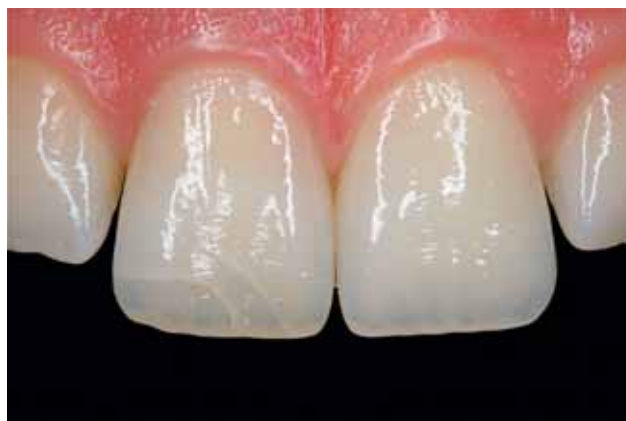


Abb. 2 Status nach Walking-Bleach-Technik mit 3 Einlagewechseln von 35% Wasserstoffperoxid (Opalescence Endo, Ultradent).

gerung in der Randdichtigkeit, wenn es mit Bleichmitteln in Kontakt kommt (LOXLEY ET AL. 2003). Insuffiziente koronale Restaurationen müssen vor dem Bleichen durch dichte Füllungen ersetzt werden.

### Wurzelresorptionen

Bei sehr ausgedünnten Restdentinwänden wird empfohlen, nur mit niedrig konzentrierten Bleichmitteln zu agieren oder Natriumperborat mit destilliertem Wasser anzumischen, um eine Entfärbung des Zahnes zu bewirken (DIETSCHI 2006). Es soll damit verhindert werden, dass Bleichmittel durch allfällige Mikroperforationen in den Parodontalraum gelangt und dort infolge Entzündung Wurzelresorptionen begünstigen kann. Die Ätiologie der zervikalen Wurzelresorptionen ist noch nicht umfassend geklärt. Die Inzidenz wird sehr unterschiedlich angegeben und beträgt zwischen 1–13% (HARRINGTON & NATKIN 1979, LADO ET AL. 1983, CVEK & LINDWALL 1985, LATCHAM 1986, 1991, HEITERSAY ET AL. 1994). Es wird heute allgemein empfohlen, das Bleichmittel in der Zugangskavität nicht aufzuwärmen und somit auf die thermokatalytische Aktivierung des Bleichmittels zu verzichten, da es aufgrund der Hitze zu Schäden im parodontalen Gewebe und somit auch zu einer erhöhten Resorptionsrate an der Wurzeloberfläche kommen kann (FRIEDMAN 1997, ATTIN ET AL. 2003). Es konnte zudem eine deutliche Zunahme von Wasserstoffperoxid auf der Zahnoberfläche gemessen werden, wenn das Bleichmittel im Pulpakavum erhitzt wird (DAHLSTROM ET AL. 1997, FARMER ET AL. 2006). Es ist

vorteilhaft das Wurzelkanalfüllmaterial mit einer Unterfüllung abzudecken, um möglichen Resorptionen vorzubeugen. Die Bedeutung dieser zervikalen Abdichtung ist vielfach beschrieben. So konnten bei der Verwendung von 30% Wasserstoffperoxid über 20 Jahren in der Praxis bei korrekter zervikaler Abdichtung keine Wurzelresorptionen beobachtet werden (DIETSCHI 2006). Diese Aussage muss als Fallbeispiel vorsichtig bewertet werden. Zervikale Resorptionen können bei höheren Bleichmittelkonzentrationen (Wasserstoffperoxid >30%), bei Status nach Trauma und bei Wärmeanwendung (thermokatalytische Methode) verstärkt beobachtet werden (HEITHERSAY ET AL. 1994, FRIEDMAN 1997, ATTIN ET AL. 2003). Bei Untersuchungen in Australien, in denen ein Bleichen mit 30% Wasserstoffperoxid und Hitzeapplikation erfolgte, zeigten 2% aller nachkontrollierten Zähne zervikale Resorptionen auf. Bei allen Resorptionsfällen lag ein früheres Zahntrauma vor (HEITHERSAY ET AL. 1994). Bei Untersuchungen von zervikalen Wurzelresorptionen konnte gezeigt werden, dass kieferorthopädische Behandlungen zwar für die Mehrheit der Resorptionen verantwortlich sind (24,1%), Zahntraumata jedoch bereits der zweithäufigste prädisponierende Faktor für zervikale Resorptionen darstellen (15,1%) (HEITHERSAY 1999). Zahndefekte an der Schmelz-Zementgrenze erhöhen die Penetration von Bleichmittel in den Parodontalraum (ROTSTEIN ET AL. 1991a). Es gibt keinen Fallbericht, bei dem nach Vitalbleichung eine zervikale Resorption aufgetreten ist. Eine Beimischung von Thiocarbamid (Radikalfänger) zum Wasserstoffperoxid konnte die Penetrationsmenge von Wasserstoff durch die Dentintubuli deutlich reduzieren (FARMER ET AL. 2006).

### Rezidive

Die Rezidivquote beim Bleichen wurzelbehandelter Zähne ist relativ hoch. Der Mechanismus dafür ist noch nicht ganz geklärt. Je nach Studie wird eine Rezidivquote nach zwei Jahren von 10%, nach fünf Jahren von 25% und nach acht Jahren von 49% angegeben (FRIEDMAN 1997, FRIEDMAN ET AL. 1988, HOLMSTRUP ET AL. 1988, GLOCKNER ET AL. 1999). Die Datenlage einer anderen Studie ist ernüchternd: Sechs Jahre nach erfolgreichem Bleichen wurde ein Erfolg von 45% festgestellt, und man folgerte daraus, dass ein Bleichen devitaler Zähne keine dauerhafte Lösung bei der bleibenden Dentition darstellt (FEIGLIN 1987). Die Studie ist jedoch bereits älteren Datums, und die Bakterienkontrolle während des Bleichprozederes war ungenügend. Zudem wurden die Füllungen zumeist ohne Adhäsivtechnik gelegt, was zu einer erhöhten Penetration von Pigmenten führte. Es ist bekannt, dass die meisten Verfärbungen devitaler Zähne durch Abbauprodukte von Hämoglobin und Pulpagewebe entstehen (ARENS 1989). Ob die Rezidivraten bei gebleichten Zähne durch dieselben Stoffe oder durch Penetration von Pigmenten aus der Mundhöhle erfolgt, ist nach wie vor unklar. Hinweise aus der täglichen Praxis haben gezeigt, dass der Bleicherfolg in der Regel bescheiden war oder zumindest rasch ein Rezidiv eintrat, wenn sich der Zahn nach der Wurzelbehandlung relativ rasch verfärbt hatte (DIETSCHI 2006). In einer Langzeitnachkontrolle an 35 Patienten konnte in 22 Fällen (62,9%) 16 Jahre nach der Bleichtherapie (kombiniertes Verfahren: In-Office-Bleaching mit nachfolgender Walking-Bleaching-Anwendung) ein zufriedenstellendes Resultat angetroffen werden. Bei 13 Fällen (37,1%) war das Resultat nicht mehr zufriedenstellend, und eine deutliche Nachdunklung hatte stattgefunden. In keinem Fall war es zu Wurzelresorptionen gekommen (AMATO ET AL. 2006). Im Gegensatz dazu musste in einer Studie mit gleicher Bleichtechnik eine Nachdunkelung von bis zu vier VITA-Farbstufen bei knapp weniger

als 50% der 26 gebleichten Zähne festgestellt werden (DELIPERI & BARDWELL 2005). Zum Teil evaluiert der Zahnarzt den Bleicherfolg auch wesentlich kritischer, als dies der Patient macht. Nach fünf Jahren Beobachtungszeit wurden 75% der Fälle durch den Zahnarzt als Erfolg gewertet, während 98% der Patienten mit dem Resultat zufrieden waren (GLOCKNER ET AL. 1999).

### Technik

In jedem Fall sollte vor Beginn eines Bleichens eine Fotodokumentation (Abb. 1) inklusive Farbschlüssel erfolgen (Abb. 3), damit das Ergebnis objektivierbar wird und der Erfolg der Therapie überprüft werden kann. Der Patient wird über die jeweiligen Risiken der Therapie aufgeklärt und über alternative Behandlungsmethoden informiert. Wichtig ist es, den Patienten aufzuklären, dass vorhandene Restaurationen nicht gebleicht werden und deshalb Folgekosten auftreten könnten, wenn die alten Füllungen nach dem Bleichen farblich nicht mehr zum Zahn passen (Abb. 4). Es besteht keine Garantie auf einen Bleicherfolg. Allfällige Allergien auf Kunststoffe, Latex oder Peroxide müssen nachgefragt werden. Es gilt, dass alle Bleichmittel bei Schwangeren oder stillenden Frauen nicht eingesetzt werden dürfen. Auch bei Kindern und Jugendlichen ist Zurückhaltung geboten. In jedem Fall ist die Einwilligung des Erziehungsberechtigten erforderlich, und das Kind muss selbst deutlich unter der Verfärbung des devitalen Zahnes leiden und den Wunsch nach Aufhellung äussern. Eine gute



Abb.3 Ausgangssituation mit Vita-Farbschlüssel. Der Zahn 11 weist eine deutlich stärkere Verfärbung als das Farbmuster Vita C4 auf.



Abb.4 Schlussdokumentation (gleiche Patientin wie auf Abb. 3). Der Bleicherfolg ist zufriedenstellend, die verfärbten Kompositrestaurationen interdental 11 und 21 kommen aber deutlicher zur Geltung.

zervikale Abdichtung ist beim jugendlichen Zahn entscheidend, da die Diffusionsrate des Bleichmittels durch den Zahn wesentlich höher ist als beim älteren Patienten (CAMPS ET AL. 2007). Obschon eine Fallbeschreibung über das Bleichen devitaler Milchzähne existiert (BUSSADORI ET AL. 2006), lehnen die Autoren des Artikels diese Behandlung aufgrund fehlender Compliance und Wirtschaftlichkeit ab. Zudem erscheint dieser Therapieansatz nicht sinnvoll. Der Patient muss darauf hingewiesen werden, dass durch die Präparation einer erneuten Zugangskavität während der Behandlung ein erhöhtes Risiko für Zahnfrakturen besteht und der zu bleichende Zahn nicht zu starken Belastungen ausgesetzt werden darf (BARATIERI ET AL. 1995). Es gibt grundsätzlich drei verschiedene Möglichkeiten, um devitale Zähne aufzuhellen: Die Walking-Bleach-Technik, die Inside-Outside-Bleichtechnik und die In-Office-Bleaching-Technik. Die drei Techniken werden im Folgenden bezüglich klinischem Prozedere aber auch bezüglich Aufwand und Risiken vorgestellt.

### Walking-Bleach-Technik

Diese Bleichtechnik wurde erstmals von Spasser beschrieben (SPASSER 1961). Dabei wird Natriumperborat zusammen mit Wasser zu einer Paste gemischt und dann in die Zugangskavität gegeben. Später wurde die Technik modifiziert, indem Natriumperborat zusammen mit Wasserstoffperoxid gemischt in die Zugangskavität gegeben wird (NUTTING & POE 1967). Es konnte später gezeigt werden, dass zwischen diesen beiden Methoden kein Unterschied in der Wirksamkeit besteht (HOLMSTRUP ET AL. 1988, ROTSTEIN ET AL. 1991b, ARI & UNGÖR 2002). Eine Verbesserung zeigte sich *in vitro*, wenn Natriumperborat statt mit destilliertem Wasser mit Carbamidperoxid vermischt wird. Dabei spielte es keine Rolle, ob Carbamidperoxid in Konzentrationen von 10 oder 35% verwendet wurde (YUI ET AL. 2008). Bei der Walking-Bleach-Technik wird zunächst eine substanzschonende Zugangskavität gelegt, wobei das gesamte Pulpakavum einsehbar und reinigbar sein muss (Abb. 5). Das Wurzelkanalfüllmaterial wird auf 2–3 mm subgingival gekürzt. Die Kontrolle erfolgt mittels Parodontalsonde (Abb. 6). Es wird eine dichte Unterfüllung auf das Wurzelfüllmaterial gelegt (kunststoffmodifizierter GIZ wie z. B. Vitrebond®, oder konventioneller GIZ). Die Verwendung eines kunststoffmodifizierten Glasionomerzements im Vergleich zu einem konventionellen Glasionomerzement zeigte eine Verbesserung der Abdichtung nach apikal (DE OLIVEIRA ET AL. 2003). Das Pulpakavum muss frei von Wurzelkanalfüllmaterial sein. Das Bleichgel wird in den Zahn gegeben und die Zugangskavität mit einer proviso-

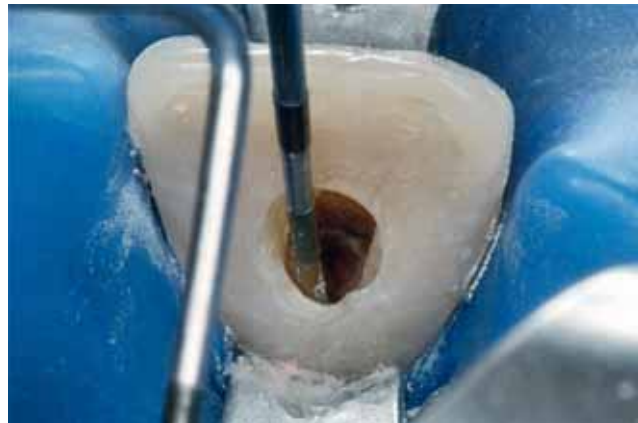


Abb. 6 Das Wurzelkanalfüllmaterial wird 2–3 mm subgingival gekürzt. Die Tiefe der Zugangskavität wird mittels Parodontalsonde überprüft.

rischen Füllung gegen aussen versiegelt. Bei der Untersuchung verschiedener provisorischer Füllungsmaterialien wurde zusätzlich untersucht, ob die Abdeckung des Bleichmaterials mittels Gummi (kleines Stück Kofferdam) eine zusätzliche Verbesserung der Abdichtung der Kavität bringt. Der Farbpenetrationstest zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen der Verwendung einer Gummiabdeckung und dem direkten provisorischen Verschluss. Cavit und Coltosol als provisorische Verschlussmaterialien waren besser als Fermit und dies besser als Zinkoxideugenol- und Zinkoxidphosphat-Zement (HOSOYA ET AL. 2000). Idealerweise wird eine provisorische Füllung mit adhäsiver Technik angewendet, was den bakteriendichten Verschluss verbessert.

Nach wenigen Tagen wird das Bleichergebnis kontrolliert und bei Bedarf das Bleichmittel in der Zugangskavität erneuert. In einer aktuellen Studie wurde untersucht, wann – basierend auf der Diffusionsrate von Wasserstoff im Dentin – der ideale Zeitpunkt zur Erneuerung des Bleichmittels ist. Aufgrund der unterschiedlichen Struktur von jungem und altem Dentin evaluierten die Forscher eine ideale Einwirkzeit von 33 Stunden für junge Patienten und 18 Stunden bei älteren Patienten (CAMPS ET AL. 2007). Nach Abschluss der Bleichmittelanwendung sollte erneut eine Fotodokumentation erfolgen, um das Ergebnis und den Langzeiterfolg zu dokumentieren (Abb. 2, 4, 7 und 8). Statt Natriumperborat kann Carbamidperoxid oder Wasserstoffperoxid für die Walking-Bleach-Technik verwendet werden. Dabei kann das vorher beschriebene Vorgehen beibehalten werden (VACHON ET AL. 1998). 37% Carbamidperoxid



Abb. 5 Die Zugangskavität wird so klein wie möglich belassen. Verfärbtes Dentin wird nicht entfernt. Gleicher Fall wie Abbildung 1.



Abb. 7 Nachkontrolle neun Monate nach erfolgreichem Bleichen. Zwischenzeitlich wurden die lateralen Schneidezähne mit Komposit verbreitert.



**Abb. 8** Nachkontrolle drei Monate nach erfolgtem Bleichen. Die Patientin wünscht keinen Ersatz der Kompositfüllungen.

zeigt die beste Penetration ins Dentin, während Natriumperborat gemischt mit 20% Wasserstoffperoxid oder 27% Carbamidperoxid weniger tief ins Dentin eindringen kann (CARRASCO ET AL. 2003). Um die Penetration ins Dentin zu verbessern, wurde in einer Untersuchung die Zugangskavität vorrangig mit Phosphorsäure geätzt, damit die Dentintubuli leicht eröffnet werden. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass zumindest mit höher konzentrierten Bleichmitteln kein besseres Resultat erzielt werden kann, wenn vorgängig geätzt wurde (CASEY ET AL. 1989). Der Bleicherfolg scheint massgeblich von der Einwirkzeit des Bleichmittels abhängig zu sein. Deshalb schneidet diese Bleichanwendung oftmals besser ab als die In-Office-Technik (DIETSCHI ET AL. 2006). Nachdem das gewünschte Bleichresultat erreicht oder leicht übertroffen ist, wird teilweise eine Einlage von Kalziumhydroxid empfohlen, um die Sauerstoffinhibition der Polymerisation der definitiven Kompositfüllung zu vermindern sowie die durch das Bleichmittel erhöhte Durchlässigkeit des Dentins zu minimieren (DEMARCO ET AL. 2001) und den niedrigen pH-Wert im Kavum zu erhöhen (KEHOE 1987). Die Autoren dieses Artikels messen der Notwendigkeit einer pH-Erhöhung wegen der hohen Pufferkapazität des Dentins wenig klinische Relevanz zu. Die Haftverbundkräfte von Adhäsivsystemen zum Dentin wurden in einer Untersuchung weder von Natriumperborat, Wasserstoffperoxid noch Carbamidperoxid im Vergleich zur unbleichten Kontrollgruppe negativ beeinflusst (MÜLLER ARCARI ET AL. 2007). Dies steht im Gegensatz zu anderen Untersuchungen, bei denen Bleichmittel die Haftwerte deutlich erniedrigten (LAI ET AL. 2002). Anstelle einer Wartezeit zwischen Bleichmittelapplikation und Restauration führt auch die Verwendung einer Ascorbinlösung (10%) zu normalen Haftverbundwerten (LAI ET AL. 2002). Es wurde ferner beschrieben, dass Ethanol und Aceton in den Adhäsivsystemen den inhibierenden Effekt des Bleichmittels für die Polymerisation aufheben (BARGHI & GOLDWIN 1994, SUNG ET AL. 1999). Wasserstoffperoxid (30%) kann die Mikrohärtigkeit von Schmelz und Dentin negativ beeinflussen. Für Dentin war die Reduktion der Härte bereits nach fünf Minuten Einwirkzeit des Bleichmittels signifikant (LEWINSTEIN ET AL. 1994). Die Verwendung von Natriumperborat in Kombination mit Wasserstoffperoxid hingegen veränderte die Härte nicht. Diese Resultate wurden in einer aktuelleren Studie weiter bestätigt. Es konnte gezeigt werden, dass sowohl 35% Wasserstoffperoxid-Gel, 30% Wasserstoffperoxid-Lösung, aber auch 35% Carbamidperoxid-Gel die Mikrohärtigkeit der äusseren Dentinschicht verminderte. Dieser Einfluss war aber relativ gering. Die Anwendung von Natriumperborat (gemischt mit Was-

ser oder 30% Wasserstoffperoxid) im Pulpakavum hatte keinen Einfluss auf die Mikrohärtigkeit des Dentins (CHNG ET AL. 2004).

### Inside-Outside-Bleaching

Diese Technik wurde von Settembrini und Mitarbeitern 1997 erstmalig beschrieben (SETTEMBRINI ET AL. 1997) und später weiter modifiziert (LIEBENBERG 1997). Die Idee dabei ist, dass das Bleichmittel sowohl auf die Aussenfläche des zu bleichenden Zahnes aufgebracht wird als auch in den Zahn hinein appliziert wird. Die Zugangskavität bleibt dabei während der ganzen Behandlungsdauer eröffnet. Ein Vorteil bei dieser Technik ist sicherlich, dass ein niedrig konzentriertes Bleichgel für das Erzielen eines Bleicheffektes ausreicht. Zunächst wird eine Tiefziehschiene hergestellt mit Reservoirs oral und vestibulär des zu bleichenden Zahnes. Bei den direkt benachbarten Zähnen wird das Modell leicht zurückgeschliffen, sodass die Bleichschiene dort eine sehr enge Passung auf diesen Zähnen aufweist und nicht unerwünscht Bleichgel auf diese Zähne gelangt. Die Passgenauigkeit der Schiene wird am Patienten überprüft. Die Zugangskavität wird analog zur Walking-Bleach-Technik gelegt. Eine dichte Unterfüllung ist wichtig, um die Abdichtung zum Wurzelkanalfüllmaterial zu gewährleisten. Der Patient wird anschliessend bezüglich Handhabung der Schiene instruiert. Mittels Spritzenapplikation werden die Zugangskavität und die entsprechende Stelle der Tiefziehschiene (erbsengrosse Bleichmittelportion) mit 10% Carbamidperoxid gefüllt. Die Schiene wird eingesetzt und überschüssiges Bleichmittel mit der Fingerkuppe oder einem Wattestäbchen entfernt. Alle zwei Stunden sollte das Bleichmittel in der Schiene und in der Zugangskavität erneuert werden. Die Schiene wird nachts getragen – nicht zuletzt auch zum Schutz des offenen Zahnes. Nach einer Bleichperiode soll der Patient die Zugangskavität reinigen. Ein Recall wird alle zwei bis drei Tage empfohlen, um die Farbveränderung zu kontrollieren. Wenn die Zielfarbe erreicht ist, wird die Zugangskavität gereinigt und mit einem provisorischen Füllungsmaterial (Glasionomerzement oder Polycarboxylatzement) verschlossen. Nach einer Woche kann die definitive Füllung gelegt werden. Gründe für ungenügende Ergebnisse sind oftmals bei der Mitarbeit des Patienten zu suchen. Vor allem bei einer länger dauernden Behandlungszeit lässt die Compliance des Patienten nach (POYSER ET AL. 2004). Eine Indikation für diese Bleichtechnik kann die Möglichkeit einer Kombination von gleichzeitigem Bleichen devitaler und vitaler Zähne sein (CARRILLO ET AL. 1998). Der Bleicherfolg beim Inside-Outside-Bleaching mag im Vergleich zur Walking-Bleach-Technik in den ersten Tagen grösser sein. Jedoch nach sechs Monaten und entsprechender Rehydrierung des Zahnes sind die Therapieresultate gleichwertig (BIZHANG ET AL. 2003). Nachteilig ist zudem die fehlende Bakterienkontrolle während dieser Bleichanwendung. Die Mikroorganismen können sich in den Dentintubuli einlagern, und es besteht die Gefahr, dass das Bleichergebnis, aber auch der Langzeiterfolg der Wurzelkanalbehandlung kompromittiert werden.

### In-Office-Bleaching

Diese Methode ist vom Bleichen vitaler Zähne bekannt, kann aber auch bei devitalen Zähnen angewendet werden. Die Voraussagbarkeit der Methode ist eher gering. Am Patientenstuhl wird nach Applikation eines Kofferdams 30% Wasserstoffperoxid auf und in den Zahn gegeben. Die Präparation der Zugangskavität sowie die Abdichtung des Wurzelkanals erfolgen analog zur Walking-Bleach-Technik. Nach einer Einwirkzeit von 15–20 Minuten unter Bewegung des Bleichgels wird das Mittel abgespült und der Vorgang gegebenenfalls wiederholt. Der

Patient sollte unbedingt eine Schutzbrille tragen, damit keine Spritzer in die Augen gelangen können. Leider ist der erzielte Bleicheffekt oft vorübergehender Natur, da die Zahnaufhellung vorwiegend durch die Austrocknung des Zahnes unter Kofferdam resultiert. Dies korreliert mit den Erfahrungen beim Bleichen vitaler Zähne. Auch hier ist der Langzeiterfolg beim Home-Bleaching (also längerer Einwirkungszeit durch das Tragen einer Bleichschiene) wesentlich besser als beim In-Office-Bleaching (DIETSCHI ET AL. 2006). Zudem zeigte sich bei einer Analyse verschiedener Bleichmethoden von vitalen Zähnen, dass das Home-Bleaching einem In-Office-Bleaching durch die kürzere Behandlungszeit beim Zahnarzt vom Patienten bevorzugt wird (AUSCHILL ET AL. 2005). Da bei dieser Methode aufgrund der kürzeren und konzentrierten Einwirkzeit des Bleichmittels viel Wasserstoff im Kavum verbleibt, sollte der definitive Verschluss der Zugangskavität in einer Folgesitzung erfolgen. Der verbliebene Wasserstoff kann auch mittels Applikation von Katalase oder anderen Substanzen (z. B. Ascorbinsäure) während drei Minuten vollständig eliminiert werden (ROTSTEIN 1993, LAI ET AL. 2002).

## Diskussion

Das Bleichen devitaler Zähne stellt bei richtiger Indikationsstellung einen relativ risikoarmen Eingriff zur ästhetischen

Verbesserung endodontisch behandelter Zähne dar. Je nach Situation scheint die Anwendung der Walking-Bleach-Technik eine unkomplizierte Technik mit geringem Aufwand – sowohl für Patienten wie auch für den Zahnarzt dar. Die Anwendung eines In-Office-Bleachings liefert oft nur kurzzeitigen Erfolg und basiert hauptsächlich auf einer Dehydrierung des Zahnes. Das Risiko bezüglich Wurzelresorptionen kann aufgrund der vorhandenen Daten nicht vollständig geklärt werden. Es scheint aber deutlich zu werden, dass ein erlittenes Zahntrauma eine Ausbildung von zervikalen Resorptionen begünstigt und dieser Faktor wohl wichtiger als die Bleichmittelapplikation ist. Eine suffiziente zervikale Abdichtung sowie das Vermeiden der thermokatalytischen Methode können das Risiko für Resorptionen weiter minimieren. Eine Weiterentwicklung der gängigen Bleichmittel mit Beimischung von Radikalfängern wie Thiocarbamid oder die Verwendung von Natriumpercarbonat könnte erfolgsversprechend sein, um eine Penetration von Wasserstoff in den Parodontalraum weiter zu minimieren. Weitere Untersuchungen zu Faktoren, welche Bleichrezidive begünstigen sind sicherlich angezeigt.

*Literaturverzeichnis siehe englischen Text, Seite 312.*