



Thema

Das interne Bleichen von Zähnen

The internal bleaching of teeth

1. Einleitung

Der deutlich größer werdende ästhetische Anspruch der Patienten führt immer mehr zu dem Wunsch nach einem makellosen, strahlend weißen Lächeln. Kleinere Variabilitäten in der Form und der Farbe der eigenen Zähne werden immer weniger vom Patienten akzeptiert. Dies führte in den letzten Jahren zu einem Anstieg der kieferorthopädischen Therapie bei erwachsenen Patienten und vermehrten ästhetischen Behandlungsmaßnahmen wie der Bleichtherapie in der zahnmedizinischen Versorgung [25]. Der Erfolg einer Bleichtherapie ist entscheidend abhängig von der Ätiologie. Es muss demnach in jedem Fall vorab die Ursache der Zahnverfärbung eruiert und im Vorfeld entschieden werden, ob eine Bleichtherapie erfolgreich sein wird oder ob auf andere Therapiemaßnahmen wie z.B. die Mikroabrasion oder Veneerversorgungen ausgewichen werden muss.

Man unterscheidet interne Zahnverfärbungen, bei denen die verfärbend

wirkenden Substanzen in der Zahnhartsubstanz eingelagert sind, von externen Verfärbungen, welche durch aufgelagerte Farbstoffe verursacht werden. Das Bleichen von Zähnen ist in der Regel nur bei internen Farbeinlagerungen notwendig. Unterschieden werden bei den Therapiemaßnahmen interne und externe Verfahren. In allen Fällen sollte vor der Behandlung eine ausführliche Beratung des Patienten über die Behandlungsoptionen, Indikationen, Kontraindikationen und die möglichen Komplikationen erfolgen. Das interne Bleichen beinhaltet das Aufhellen eines oder mehrerer pulpaavitaler Zähne.

2. Ursachen für Zahnverfärbungen

Die polychrome Farbverteilung hängt maßgeblich von dem Aufbau des Zahnes ab und verändert sich im Laufe des Lebens deutlich [13]. So erscheinen die Zähne bei jüngeren Menschen häufig heller. Die Gründe dafür sind die große-



Dr. Silke Jacker-Guhr

re Schmelzdicke und die geringere Farbsättigung des Dentins. Farbveränderungen, die nicht altersbedingt sind, können sowohl interne als auch externe Ursachen haben (Tab. 1).

2.1 Externe Zahnverfärbungen

Unter externen Zahnverfärbungen, versteht man die Auflagerung von exo-

Intrinsische Verfärbungen		Extrinsische Verfärbungen
Präeruptive Ursachen	Posteruptive Ursachen	
Metabolismus (Fluorose)	Intrapulpale Blutung	Externe Auflagerung von Farbpigmenten z.B. Genussmittel Tabak, Rotwein, Kaffee etc.
Medikamente (Tetrazykline)	Pulpanekrose	Bakterien z.B. Grampositive Bakterien „black stain“
Zahntrauma	Verbliebenes Pulpagewebe nach einer Wurzelkanalbehandlung	Mundspüllösungen z.B. Chlorhexidin
Genetik (z.B. Hyperbilirubinämie)	Medikamentöse Einlagen	Lebensmittel z.B. Curry oder Safran
Amelogenesis imperfecta	Wurzelkanalfüllmaterialien	
Dentinogenesis imperfecta	Wurzelresorption	
„Turner Zahn“	Alterungsprozess	

Tabelle 1 Ätiologie der Zahnverfärbungen modifiziert nach Plotino et al.

genen Farbstoffen auf der Zahnoberfläche, die durch unterschiedliche Anziehungskräfte (Van-der-Waals-Kräfte, elektrostatische Anziehung oder Wasserstoffbrücken) entstehen [16]. Unterschieden werden kann hierbei zwischen organischen Substanzen, wie sie häufig in Nahrungs- und Genussmitteln vorkommen (Tee, Kaffee, Rotwein usw.) und anorganischen Substanzen, vorwiegend metallische Verbindungen, wie sie z.B. in Medikamenten vorkommen. Externe Farbauflagerungen können in den meisten Fällen durch eine professionelle Zahnreinigung entfernt werden und bedürfen keiner Bleichtherapie.

2.2 Interne Zahnverfärbungen

Interne Zahnverfärbungen werden im Gegensatz zu externen Verfärbungen durch verfärbend wirkende, den Zahn durchdringende Substanzen verursacht. Die Einlagerung der verfärbend wirkenden Stoffe kann entweder präeruptiv bei der Zahnentwicklung oder posteruptiv z.B. als Folge der Wurzelkanalbehandlung durch Blutbestandteile erfolgen, die durch Diffusion in die Dentintubuli gelangen [1].

Präeruptive Ursachen:

Die Überdosierung von Fluoriden bis zum 9. Lebensjahr führt aufgrund der

Schmelzhypoplasien zu Verfärbungen an den bleibenden Zähnen. Der Grund ist die Hemmung der Ameloblastenfunktion in der Amelogenese aufgrund einer erhöhten Fluoridkonzentration [23]. Die Hypomineralisationen erscheinen klinisch als kreidig weiße Flecken, welche sich nach einiger Zeit durch Einlagerung exogener Farbstoffe aus der Nahrung dunkel verfärben [22]. Auch die Einnahme von Medikamenten kann Zahnverfärbungen verursachen. Besonders zu erwähnen sind hier die Tetrazykline (Ledermycin, Terramycin, Achromycin und Aureomycin) [16, 17]. Verursacht werden diese Verfärbungen durch die Affinität der Tetrazyklinmole-

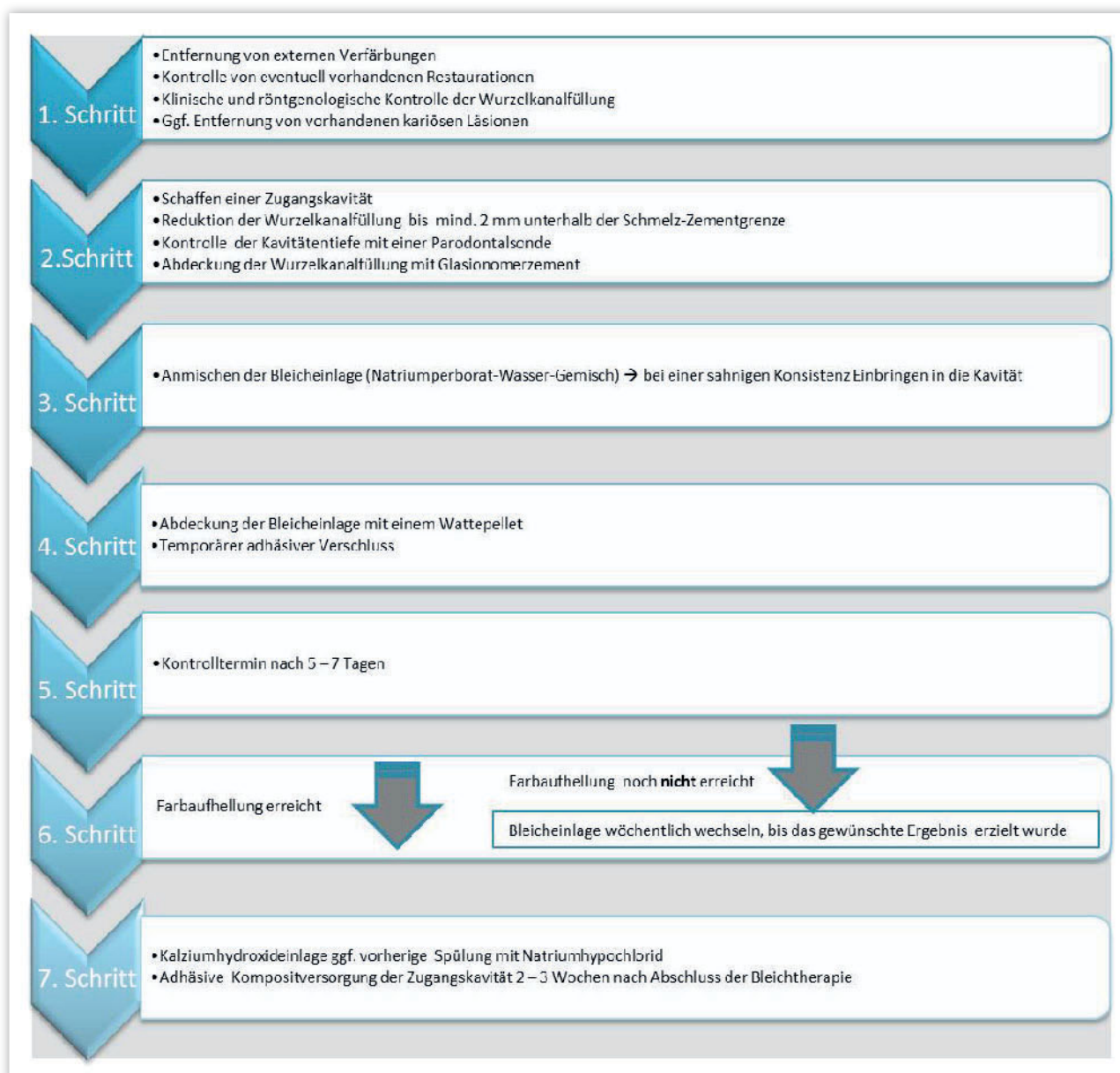


Abbildung 2 Schrittweises Vorgehen bei der Walking-Bleach-Technik

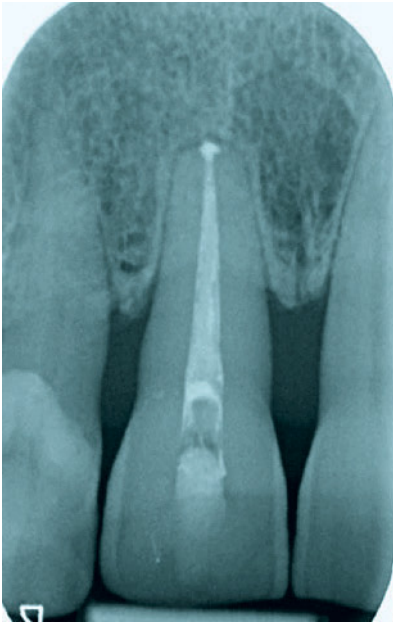


Abbildung 1 Röntgenologische Kontrolle der Wurzelkanalfüllung vor dem internen Bleichen

küle zu den Kalziumionen des Hydroxylapatits in der Zahnhartsubstanz. Die Schwierigkeiten beim Bleichen entstehen hier durch das rote Quinon, welches durch oxidative Prozesse gebildet wird. Dieses kann nur in den oberen Schichten durch das Bleichmittel reduziert werden. Somit ist das externe Bleichen an dieser Stelle nicht ausreichend, um die Verfärbungen vollständig zu entfernen. Die kritische Phase der Farbstoffablagerungen für das Milchgebiss ist die 15. bis 24. Schwangerschaftswoche, für die bleibenden Zähne der 3. Lebensmonat bis zum 6. Lebensjahr.

Auch genetisch bedingte Defekte mit oraler Manifestation können Zahnverfärbungen verursachen. So kommt es



Abbildung 3 Ausgangssituation Zahn 11

bei der Dentinogenesis imperfecta im Milchgebiss häufig zu einer gelblichen bis bernsteinfarbenen Farbveränderung, während die Zähne in der bleibenden Dentition eher bläulich-grau erscheinen [10]. Bei der Amelogenesis imperfecta weisen alle Zähne eine gelblich-braune Verfärbung auf [19].

Posteruptive Ursachen:

Die häufigsten posteruptiven Ursachen für eine Zahnverfärbung sind die posttraumatische Einlagerung von Blutbestandteilen oder das Belassen von Pulpagewebe nach einer endodontischen Behandlung. Hierbei kommt es zunächst zu einer rosa Verfärbung, die dann durch die bakterielle Stoffwechselung und die Bildung von Schwefelwasserstoff zu Eisensulfid umgewandelt wird und zu einer Graufärbung des Zahnes führt. Auch Proteinabbauprodukte des Pulpagewebes können zu Zahnverfärbungen führen [7, 12, 30]. Im fortgeschrittenen Patientenalter kommt es in Folge einer Dentinsklerosierung und der Bildung von Sekundärdentin zu einer gelblichen Verfärbung der Zahnhartsubstanz. Diese Obliteration des Wurzelkanals kann auch durch die Reaktion der Pulpa auf eine Schädigung des neurovaskulären Systems hervorgerufen werden (Tertiärdentinbildung) [2].

Auch Materialien, welche für die endodontische Behandlung verwendet werden, können Verfärbungen der Zahnhartsubstanz verursachen. Diese Farbveränderungen sind meist durch belassene Wurzelkanalfüllmaterialien oder Sealerrückstände in der Pulpakammer bedingt [9, 26, 27]. Dabei ist der direkte Kontakt und die Möglichkeit der Penetration der Materialien in die Dentintubuli über einen längeren Zeitraum die Voraussetzung für eine Farbveränderung im Dentin. Diese Komplikation kann einfach verhindert werden, indem das Wurzelkanalfüllmaterial adäquat reduziert wird und die Pulpakammer vor dem finalen adhäsiven Verschluss gründlich gereinigt wird. Eine Penetration in den Schmelz ist nicht möglich.

Für eine erfolgreiche Behandlung muss die Ursache für die Verfärbung zunächst geklärt werden, da Verfärbungen, die durch freie Metallionen verursacht werden (z.B. Amalgam oder Silberstifte), nicht durch eine Bleichtherapie behandelt werden können [20] (Tab. 1).

3. Das interne Bleichverfahren

Es lassen sich jedoch nicht alle Verfärbungen durch eine professionelle Zahnreinigung oder ein externes Bleaching entfernen. Dennoch sollte in jedem Fall auf eine Devitalisierung von Zähnen zum Einbringen von Bleicheinlagen aus ästhetischen Gründen verzichtet werden. Die internen Bleichverfahren beschränken sich auf die Therapie von pulpa-avitalen, wurzelkanalbehandelten Zähnen. Die drei am häufigsten verwendeten Wirkstoffe bei der Bleichtherapie sind Wasserstoffperoxid, Carbamidperoxid und Natriumperborat.

Wirkungsweise

Aus molekularer Sicht entsteht die Farbveränderung an den Zähnen durch die ungesättigten Kohlenwasserstoffbindungen der Chromogene [11]. Diese Doppelbindungen der Chromogene können durch Wasserstoffperoxid leicht gespalten werden. Wasserstoffperoxid hat ein sehr gutes Penetrationsvermögen in Schmelz und Dentin und wirkt dort durch die Bildung von Sauerstoffradikalen. Diese Radikale brechen die C-C-Doppelbindungen auf und sorgen dafür, dass die eingelagerten Farbstoffe in sehr kleine Partikel gespalten werden. Das einfallende Licht kann die Zahnhartsubstanz wieder in natürlicher Art und Weise durchdringen oder wird reflektiert. Carbamidperoxid ist ein Harnstoff mit einer Peroxidgruppe. In Anwesenheit von Wasser zerfällt Carbamidperoxid in Wasserstoffperoxid (H_2O_2) und Harnstoff, wobei das H_2O_2 und seine reaktiven Radikale die aktiven Substanzen darstellen [29].

Bei der Umsetzung von Natriumperborat entsteht ebenfalls Wasserstoffperoxid. Zum Anmischen von Natriumperborat sollte kein Wasserstoffperoxid verwendet werden, um mögliche Komplikationen durch das hochkonzentrierte H_2O_2 zu vermeiden. Die Wirkintensität des Bleichmittels wird dabei nicht beeinträchtigt. Als Bleichsubstanz für das interne Bleaching wird heute am häufigsten Natriumperborat verwendet. Dieses wird mit Wasser angemischt und in das Pulpakavum über die dicht verschlossene Wurzelkanalfüllung eingebracht [5, 6]. Ein Anmischen ausschließlich mit Wasser führt zu gleich guten Ergebnissen wie die

Verwendung von H_2O_2 , da schon während der chemischen Reaktion mit Wasser Wasserstoffperoxid entsteht, welches wiederum für den Bleichvorgang genutzt wird. Die Wirkung kann allerdings etwas verzögert sichtbar werden [2]. Bei der Verwendung von Wasserstoffperoxid sollten höhere Konzentrationen und die zusätzliche Aktivierung durch Wärme, Licht oder einen Laser aufgrund des erhöhten Nebenwirkungsrisikos, wie z.B. das Auftreten von zervikalen Resorptionen, vor allem im Zusammenhang mit dem thermokatalytischen Verfahren vermieden werden [4, 14, 18, 21].

Klinische Durchführung

Die wichtigste Voraussetzung für das interne Bleichen von avitalen Zähnen ist immer die suffiziente, erfolgreiche endodontische Versorgung und die Beschwerdefreiheit des betroffenen Zahnes.

Aus diesem Grund sollte zu Beginn des internen Bleichens neben der klinischen Untersuchung auch die röntgenologische Diagnostik durchgeführt werden (Abb. 1). Für das interne Bleichen stehen verschiedene Methoden zur Auswahl. Die drei gängigsten Verfahren sind die Walking-Bleach-Technik, das In-Office-Bleaching und das Inside-Outside-Bleaching [30].

Im Folgenden wird näher auf die von Spasser entwickelte Walking-Bleach-Technik eingegangen, welche ebenfalls die am häufigsten durchgeführte Bleichtechnik von avitalen verfärbten Zähnen darstellt [24]. In Abbildung 2 ist das schrittweise Vorgehen dieser Methode schematisch dargestellt.

Vor dem Bleichen des Zahnes sollte der Patient über mögliche Nebenwirkungen und Komplikationen aufgeklärt werden. Dies beinhaltet ebenfalls die Erläuterung des Behandlungsablaufes, in der auch über die mögliche Notwendigkeit mehrerer Sitzungen sowie über den Misserfolg der Behandlung gesprochen werden sollte. Die Anamnese sollte ebenfalls im Vorfeld erhoben werden, damit ggf. vorhandene Unverträglichkeiten auf die Bleichsubstanz oder verwendete Hilfsmittel wie z.B. Kofferdam (Latex) abgeklärt werden können. Nach erfolgter klinischer und röntgenologischer Untersuchung sollten zunächst alle externen Verfärbungen von den

Zähnen entfernt werden. Im Anschluss daran empfiehlt sich eine Dokumentation der aktuellen Zahnfarbe mithilfe eines Farbringes ggf. auch mit Fotos (Abb. 3).

Nach der Anlage des Kofferdams wird die Zugangskavität präpariert. Das Wurzelkanalfüllmaterial sollte bis 2 mm unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze reduziert werden. Die Kontrolle, ob ausreichend tief präpariert wurde, kann mit einer Parodontalsonde erfolgen. Man vergleicht hierbei die Länge der Zahnkrone von vestibulär mit der Tiefe der palatinal präparierten Kavität. Als Referenzpunkt dient dabei die Inzisalkante (Abb. 4a, b, c).

Eine zu starke Ausdehnung der Kavität sollte aufgrund der erhöhten Frakturgefahr vermieden werden. Diese resultiert nicht aus dem Bleichverfahren, sondern aus der Größe der Zugangskavität. Um eine Penetration von Bakterien in das Dentin oder entlang der Wurzelkanalfüllung und mögliche Komplikationen, wie z.B. eine zervikale Resorption zu verhindern, muss die Wurzelkanalfüllung vor der Bleichtherapie suffizient abgedichtet werden (Abb. 5a, b).

Das Gleiche gilt für eventuell vorhandene Perforationsdeckungen [30]. Dies kann z.B. mit einem Glasionomerzement oder Komposit erfolgen. Die Reduktion der Wurzelkanalfüllung bis unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze gewährleistet, dass die Bleicheinlage an der gesamten Zahnkrone wirken kann und es zu keiner verbleibenden dunklen Linie im Zahnhalsbereich kommt. Die Natriumperborat-Wasser-Mischung wird in einer sahnigen Konsistenz (2g:1 ml) angemischt, in die Kavität eingebracht und mit einem Wattepellet abgedeckt (Abb. 6).

Der Verschluss der Kavität sollte mit einer adhäsiven Füllung erfolgen (Abb. 7). Nach 5 bis 7 Tagen kann das erwünschte Bleichergebnis bereits erzielt sein. Ist dies nicht der Fall, erfolgt ein Wechsel der Bleicheinlage mit einer Verweildauer von weiteren 5 bis 7 Tagen. Ein definitiver adhäsiver Verschluss der Zugangskavität sollte aufgrund von verbliebenen Peroxid- und Sauerstoffrückständen und der daraus resultierenden schlechteren Adhäsion von Kompositen erst 2 bis 3 Wochen nach dem Entfernen der letzten Bleicheinlage erfolgen [8].



Abbildung 4a Längenbestimmung der Zahnkrone unter Berücksichtigung der vorliegenden Rezession



Abbildung 4b Längenbestimmung der Zahnkrone unter Kofferdam ab Schmelz-Zement-Grenze



Abbildung 4c Übertragen der Kronenlänge in die Zugangskavität bei bereits abgedecktem Wurzelkanal



Abbildung 5a Dargestellte Wurzelkanalfüllung

Eine abschließende Spülung mit Natriumhypochlorit führt zu einem Abbau von Peroxidrückständen und ist daher empfehlenswert. Kritischer zu betrachten sind in Hinblick auf



Abbildung 5b Mit Glasionomerzement abgedeckte Wurzelkanalfüllung

Zahnhartsubstanzschäden die Träger-substanzen, welche durch ihren teilweise sehr niedrigen pH-Wert Schäden wie z.B. zervikale Resorptionen auslösen können [11, 28]. Eine temporäre

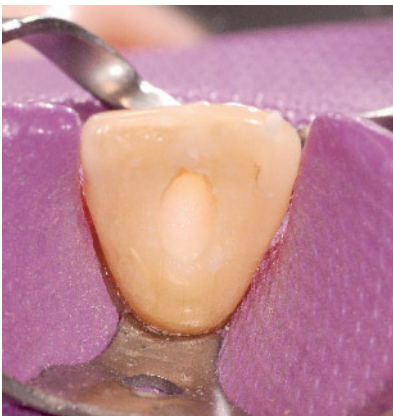


Abbildung 6 Eingebrachte Bleicheinlage



Abbildung 7 Adhäsiiver Verschluss



Abbildung 8 Zustand nach Abschluss der Behandlung mit der Walking-Bleach-Technik

Kalziumhydroxideinlage verringert aufgrund der Neutralisation des pH-Wertes die Gefahr einer zervikalen Resorption. Diese Einlage kann bis zur definitiven Füllung in der Kavität belassen werden [30]. Eine Fotodokumentation des Bleichergebnisses erleichtert die Verlaufskontrolle (Abb. 8).

4. Indikationen und Kontraindikationen

Im Vordergrund stehen dabei nicht ausschließlich die Ästhetik, sondern der meist herrschende Leidensdruck der Patienten und mögliche psychische Belastungen [15, 28]. In Tabelle 2 sind die allgemeinen Indikationen und Kontraindikationen dargestellt. Bei einem internen Bleichen muss der röntgenologische Befund mit berücksichtigt werden.

5. Komplikationen und Nebenwirkungen

Ein potenzieller Misserfolg der Bleichtherapie sowie die Möglichkeit von Rezidiven müssen bei der Aufklärung des Patienten erwähnt werden. Speziell beim internen Bleichen ist die Ausbildung von Rezidiven relativ häufig [30]. Eine Farbstabilität ist oft nicht für mehr als 6 Monate gegeben und kann durch einen suffizienten adhäsiven Verschluss nach Abschluss der Behandlung verlängert werden. Dennoch gilt, dass das Bleichergebnis sowohl bei den internen als auch bei den externen Verfahren nicht dauerhaft stabil ist. Gelbliche Verfärbungen rezidivieren langsamer als braune und graue Verfärbungen. Auch das Alter spielt eine Rolle. Das Ergebnis bei jüngeren Patienten ist länger stabil als bei älteren Patienten [22].

Bei dem internen Bleichverfahren kann es bei der Verwendung von hochkonzentrierten Wasserstoffperoxidpräparaten zu der Ausbildung einer externen Resorption kommen. Die Anwendung der thermokatalytischen Verfahren kann das Risiko der Entstehung einer zervikalen Resorption deutlich erhöhen [2].

Nach Abschluss des Bleichens sollte aufgrund der schlechteren Haftwerte an den Zahnhartsubstanzen 2 bis

Indikationen	Kontraindikationen
Hauptsächlich ästhetische Aspekte	Schwangerschaft/Stillzeit
Starkes seelisches Leiden aufgrund von Farb- und Formanomalien	Allergien gegenüber Inhaltsstoffen des Bleichmittels
Selten medizinische Gründe	Freiliegende Zahnhälse
	Insuffiziente Füllungen
	Offene kariöse Läsionen
	Unbehandelte Parodontopathien
	Hochgradige Struktur- und Farbveränderungen (z.B. Dysplasien, starke Fluorosen)

Tabelle 2 Allgemeine Indikationen und Kontraindikationen für eine interne Bleichtherapie

3 Wochen gewartet werden, bis eine adhäsive befestigte Restauration gelegt wird, da es ansonsten zu einer Ausbildung von Randspalten kommen kann. Die abschließende Spülung mit Natriumhypochlorit sowie die medikamentöse Einlage mit einem Kalziumhydroxidpräparat wirken den negativen Einflüssen der Wasserstoffperoxidpräparate entgegen. Eine medikamentöse Einlage bis zum definitiven adhäsiven Verschluss ist daher sehr sinnvoll. Die Bildung eines Microleakages im Bereich der Zugangskavität wird dabei deutlich verringert [3]. DZZ

Dr. Silke Jacker-Guhr, Hannover

Literatur

- Arens D: The role of bleaching in esthetics. *Dent Clin North Am* 1989; 33: 319–336
- Attin T: Farbkorrekturen durch Bleichverfahren. *Zahnmedizin up2date* 2009; 5: 447–466
- Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R: Effect of bleaching on restorative materials and restorations – a systematic review. *Dent Mater* 2004; 20: 852–886
- Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon ÁM: Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J* 2003; 36: 313–329
- Attin T, Kielbassa AM: Die Bleichbehandlung – ein fester Bestandteil ästhetischer Zahnheilkunde. *Zahnärztl Mitt* 1995; 85: 2674–2680
- Attin T, Paque F, Hannig C: Aktuelles aus der Forschung zum Thema „Zahnaufhellung“. *Zahnärztl Mitt* 2002; 92: 1292–1294
- Brown G: Factors influencing successful bleaching of the discolored root-filled tooth. *Oral Surg Oral Med Oral* 1965; 20: 238–244
- Cadenaro M, Breschi L, Antonioli F, Mazzoni A, Di Lenarda R: Influence of whitening on the degree of conversion of dental adhesives on dentin. *Eur J Oral Sci* 2006; 114: 257–262
- Davis MC, Walton RE, Rivera EM: Sealer distribution in coronal dentin. *J Endod* 2002; 28: 464–466
- Devaraju D, Devi BY, Vasudevan V, Manjunath V: Dentinogenesis imperfecta type I: A case report with literature review on nomenclature system. *J Oral Maxillofac Pathol* 2014; 18: 131–134
- Duschner H: Zahnaufhellung mit Peroxiden. *Zahnärztl Mitt* 2002; 92: 1542–1549
- Fauce F: Management of discolored teeth. *Dent Clin North Am* 1983; 27: 657–670
- Helfgen E-H: Zahnfarbe. In: Hupfaut L, Nolden R (Hrsg.): *Ästhetik in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde*. Urban und Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore 1995, 27–43
- Heller D, Skriber J, Lin LM: Effect of intracoronal bleaching on external cervical root resorption. *J Endod* 1992; 18: 145–148
- http://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdzmkdocuments/Das_Bleichen_verfaerbter_Zaehne.pdf. (letzter Zugriff am 05.02.2014)
- Kielbassa AM, Wrbas KT: Extrinsische und intrinsische Zahnverfärbungen. Teil 1: Ursachen. *Zahnärztl Welt* 2000; 109: 177–183
- Kim ST, Abbot PV, McGinley P: The effects of Ledermix paste on discolouration of nature teeth. *Int Endod J* 2000; 33: 227–232
- Madison S, Walton R: Cervical root resorption following bleaching of endodontically treated teeth. *J Endod* 1990; 16: 570–574
- Marquezin MC, Zancopé BR, Pacheco LF, Gavião MB, Pacon FM: Aesthetic and functional rehabilitation of the primary dentition affected by amelogenesis imperfecta. *Case Rep Dent* 2015; doi:10.1155/2015/790890
- Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F: Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod* 2008; 34: 394–407
- Rotstein I, Zalkind M, Mor C, Tarabeah A, Friedmann S: In vitro efficacy of sodium perborate preparations used for intracoronal bleaching of discoloured non-vital teeth. *Endod Dent Traumatol* 1991; 2: 23–26
- Schmidseder J, Attin T, Mardi M: Bleichen. In: Schmidseder J, Munz T (Hrsg.): *Farbatlanten der Zahnmedizin. 15: Ästhetische Zahnmedizin*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1998, 54–76
- Schroeder HE: *Orale Strukturbiologie*. 5. unveränderte Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2000, 118
- Spasser HF: A simple bleaching technique using sodium perborate. *N Y State Dent J* 1961; 27: 332–334
- Stirling J, Latchford G, Morris DO, Kindelan J, Spencer RJ, Bekker HL: Elective orthognatic treatment decision making: a survey of patient reasons and experiences. *J Orthod* 2007; 34: 113–127
- Van der Burgt TP, Plasschaert AJ: Bleaching of tooth discoloration caused by endodontic sealers. *J Endod* 1986; 12: 231–240
- Van der Burgt TP, Plasschaert AJ: Tooth discoloration induced by dental materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 60: 666–669
- White DJ, Kozak KM, Zoladz JR, Duschner H, Götz H: Peroxide interactions with hard tissue: effects on surface hardness and surface/surface ultrastructural properties. *Compend Contin Educ Dent* 2002; 23: 42–48
- Wiegand A, Attin T: Internes und externes Bleichen von Zähnen – eine Übersicht. *Oralprophylaxe* 2002; 24: 153–158
- Zimmerli B, Jeger F, Lussi A: Bleichen von devitalen Zähnen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2010; 120: 314–320