

# Fragen und Antworten zur externen Aufhellungstherapie von Zähnen

Schlüsselworte: Bleaching, Nebenwirkungen, Anwendung

THOMAS ATTIN  
ANNETTE WIEGAND  
PATRICK R. SCHMIDLIN

Klinik für Präventivzahnmedizin,  
Parodontologie und Kariologie  
Zentrum Zahn-, Mund- und  
Kieferheilkunde der Universität Zürich

## Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Thomas Attin  
Klinik für Präventivzahnmedizin,  
Parodontologie und Kariologie  
Zentrum Zahn-, Mund- und  
Kieferheilkunde der Universität Zürich  
Plattenstr. 11  
8032 Zürich

**Zusammenfassung** Hinsichtlich der Anwendung und möglicher Nebenwirkungen von externen Aufhellungsverfahren von Zähnen herrscht eine Unsicherheit. Die nachfolgende Übersicht beantwortet Fragen zu diesen Themen. Es kann festgehalten werden, dass eine ausführliche zahnärztliche Untersuchung jeder Bleichtherapie vorangestellt werden sollte. Um das Risiko möglicher Nebenwirkungen zu verringern, ist eine Kenntnis der Wirkungsweise von Bleichpräparaten erforderlich.

## Einführung

Indikationen für externe Aufhellungsverfahren sind vielfältig (Abb. 1–5). So können u. a. fluorotisch bedingte Zahnverfärbungen, Farbeinlagerungen in Schmelzrisse, Zahnverfärbungen nach einem zurückliegenden Frontzahntrauma oder generalisierte Zahnverfärbungen aufgrund von Einlagerung von Tetracyclin oder auch Verfärbungen unbekannter Genese einen hinreichenden Grund zu einer externen Aufhellungstherapie darstellen. Hinsichtlich der Anwendung bzw. möglicher Nebenwirkungen bestehen sowohl bei Patienten als auch bei Zahnärzten häufig Unsicherheiten. Die folgende Übersicht orientiert sich daher an häufig von Zahnärzten und Patienten geäußerten Fragen zur externen Aufhellungstherapie. Die Beantwortungen der folgenden Fragen beziehen sich auf externe Bleichtherapien, die i. d. R. mit Wasserstoffperoxid-haltigen oder Wasserstoffperoxid-absplattendenden Substanzen (z. B. Carbamidperoxid) in Form von Gelen durchgeführt werden. Diese Gele können direkt in der Zahnarztpraxis («in-office-bleaching») oder in Form von Schienen, Folien oder Lacken vom Patienten zuhause («home-bleaching») eingesetzt werden. Als hochkonzentrierte Präparate gelten Anwendungen mit

30–35% Carbamidperoxid bzw. Peroxid, die beim «in-office-bleaching» zum Einsatz kommen. Niedrigkonzentrierte Präparate verfügen i. d. R. über 10% Carbamidperoxid (teilweise bis zu 22%) bzw. bis zu 6,5% Peroxid als Bleichagens und finden beim «home-bleaching» Anwendung.

Einflüsse von internen Bleichtherapien, wie z. B. der «walking-bleach»-Technik, sind nicht in der folgenden Übersicht berücksichtigt. Zur Beurteilung dieser Bleichtherapie wird auf weiterführende Literatur verwiesen (ATTIN ET AL. 2003).

**1. Ist vor einer Bleichbehandlung von Zähnen eine zahnärztliche Untersuchung (Untersuchung des Patienten auf Vorhandensein von Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten durch einen Zahnarzt) erforderlich?**

Wie weiter unten ausgeführt, kann es insbesondere bei Vorliegen oraler Erkrankungen (Karies, Gingivitis, Parodontitis oder Mundschleimhauterkrankungen) im Rahmen einer Bleichbehandlung zu schmerzhaften Prozessen kommen, sodass eine Befundung durch einen Zahnarzt vor Initiation einer Bleichbehandlung dringend anzuraten ist. Hinzu kommt, dass Zahnverfärbungen, die durch die Bleichtherapie behandelt werden sollen, sehr unterschiedliche Ursachen haben können (ATTIN



Abb. 1 Generalisierte Grauerfärbung der Zähne unbekannter Genese



Abb. 2 Fluorotische Schmelzflecken



Abb. 3 Schmelzrisse mit eingeschlossenen Farbpigmenten



Abb. 4 Dunkelverfärbung des vitalen Zahnes 11 aufgrund eines in der Vergangenheit liegenden Frontzahntraumas



Abb. 5 Generalisierte Tetrazyklinverfärbungen der Zähne

1998). So können neben der physiologisch im Alter stattfindenden Zunahme der Opazität von Zähnen auch pathologische Prozesse (Karies, Devitalität nach Trauma, internes Granulom etc.) als Gründe für eine Zahnverfärbung vorliegen. Diese pathologischen Prozesse können nicht vom Patienten selbst oder einer zahnmedizinischen Fachkraft, sondern nur vom Zahnarzt in ihrem Ausmass und ihrer Behandlungskonsequenz beurteilt werden. Beim Vorliegen eines pathologischen Prozesses ist vor einer Bleichbehandlung zunächst einmal eine kausale Therapie der Ursache anzugehen, ehe nachfolgend evtl. noch eine Bleichbehandlung vorgenommen werden kann.

Zudem sollte ein Zahnarzt den Patienten über Nutzen und Risiken einer möglichen Bleichbehandlung unterrichten. So können im Einzelfall Zahnverfärbungen vorliegen, die sich durch eine Bleichtherapie nicht oder nur sehr schwierig aufheben lassen. Bei einer durch den Patienten selbst verordneten Bleichbehandlung besteht in einem solchen Fall das Risiko, dass der Patient den Einsatz des Bleichpräparates auf ein derart extremes Mass steigert, dass evtl. Schäden an den Zähnen eintreten könnten. Dieser Einsatz würde dem Einsatz von hochkonzentrierten Bleichpräparaten entsprechen, bei denen durchaus im Einzelfall in Laboruntersuchungen strukturelle Veränderungen am Zahnschmelz beobachtet worden sind (OLTU & GURGAN 2000).

#### Konklusion

*Vor einer Bleichbehandlung sollte in jedem Fall eine zahnärztliche Untersuchung stattfinden.*

#### 2. Können bei einer Bleichbehandlung von Zähnen ohne vorherige zahnärztliche Untersuchung Schäden im Zahn-, Mund- und Kieferbereich auftreten?

Die Literatur zum Thema des externen Zahnbleichens weist Beschwerden im Rahmen einer Bleichtherapie, z.B. Zahnhypersensibilitäten oder Gingivairritationen, als transiente Erscheinungen aus. Es ist nur ein Fall beschrieben, bei dem es zu einem irreversiblen Schaden nach einer Bleichbehandlung kam. Bei diesem Fall trat eine akute Exazerbation einer Pulpalerkrankung bei bereits zuvor vorliegender Pulpitis im Rahmen

einer externen Bleichbehandlung auf (GLICKMAN ET AL. 1992). Obwohl es sich nur um eine Einzelfallbeobachtung handelt, verdeutlicht diese, dass eine vorherige Untersuchung zur Einschätzung der vorliegenden Voraussetzungen durch einen Zahnarzt gefordert sein sollte.

Bei der Bewertung der gestellten Frage anhand von Literaturdaten muss allerdings bedacht werden, dass in klinischen Studien zunächst immer eine zahnärztliche Untersuchung erfolgt und nur vollständig sanierte und gesunde Patienten in die Studien mit eingeschlossen werden. Es kann daher aufgrund dieser Studien nicht rückgeschlossen werden, wie sich die Verwendung von Bleichmitteln bei vorliegenden oralen Pathologien im Einzelfall auswirkt. Studien, in denen Bleichmittel bewusst und randomisiert bei Vorliegen oraler Pathologien verwendet wurden, sind nicht bekannt. Allerdings zeigen Studien, in denen z. B. eine erhöhte Inzidenz an Hypersensibilitäten während der Bleichtherapie an Zähnen mit vorliegenden Gingivarezessionen beobachtet wurden, dass sich das Vorhandensein oraler Pathologien auf Komplikationen während einer Bleichtherapie auswirken kann (JORGENSEN & CARROLL 2002).

Eine zahnärztliche Untersuchung vor einer Bleichbehandlung schliesst auch immer eine Aufklärung über die Handhabung des zu verwendeten Bleichpräparates mit ein. Dadurch können toxikologische Risiken minimiert werden, die bei unsachgemässer Anwendung durchaus vorliegen. So ist der Patient bei Anwendung von Bleichgel gefüllten Schienen darauf hinzuweisen, dass nach dem Einsetzen der Schiene der Überschuss an Bleichgel ausgespuckt werden sollte. Dadurch wird ein unnötiges Verschlucken des Bleichmaterials verhindert und somit das toxikologische Risiko minimiert (HANNIG ET AL. 2005).

#### Konklusion

*Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei bereits vorhandenen Pathologien ohne zahnärztliche Untersuchung Schäden im Zahn-, Mund- und Kieferbereich bei einer Bleichtherapie auftreten können.*

### 3. Tritt durch die Bleichmittel eine strukturelle Veränderung der Zahnhartsubstanz auf?

Diese Frage ist schwierig zu beantworten, da die Berichte in der Literatur sehr unterschiedlich sind und je nach Bleichpräparat unterschiedliche Einwirkungen auf die Zahnhartsubstanzen vorliegen können. Die gängigen Bleichpräparate enthalten Peroxid oder Peroxid-abbauende Substanzen, wie z. B. Carbamidperoxid. Bei diesen Präparaten kann es durch die Einwirkung des Peroxids zu Veränderungen des organischen Anteils, d. h. des Kollagens der Zahnhartsubstanzen kommen (HEGEDÜS ET AL. 1999). Bei sehr stark sauren Präparaten können durchaus je nach Einwirkzeit und Konzentration des Präparates Demineralisationserscheinungen an den Zahnhartsubstanzen beobachtet werden (JOINER 2007). Auch gibt es Studien, bei denen z. B. in der rasterelektronenmikroskopischen Analyse leichte Veränderungen des Zahnschmelzes registriert wurden (AKAL ET AL. 2001). Es liegen allerdings auch hinreichend viele Untersuchungen vor, in denen keine oder nur unwesentliche Oberflächenveränderungen der Zähne nach Bleichtherapie im Rasterelektronenmikroskop zu beobachten waren (NUCCI ET AL. 2004).

Die zahlreichen Studien, die sich mit der Oberflächenhärteveränderungen von Zähnen nach Bleichtherapie befasst haben, zeigen zum Teil Erweichungen von Schmelz und Dentin (JOINER 2007). Allerdings ist dabei hervorzuheben, dass in den Studien, in denen die klinische Alltagssituation simuliert wor-

den ist, keine oder im Vergleich zu anderen Noxen, z. B. sauren Nahrungsmitteln, nicht unterschiedliche Veränderungen der Zahnhartsubstanzen beobachtet wurden. Darüber hinaus wurden in diesen Studien evtl. auftretende Oberflächenerweichungen während einer Phase von wenigen Tagen bis Wochen nach dem Bleichen unter dem Einfluss von Speichel überwiegend wieder vollständig ausgehärtet (ATTIN ET AL.).

In der Literatur sind darüber hinaus bisher keine Berichte aus klinischen Studien oder nach klinischer Anwendung bekannt, bei denen durch Bleichmittel ausgelöste Veränderungen der Zahnhartsubstanzen auf makroskopischer Ebene, d. h. mit blossen Auge oder einer Lupenvergrößerung sichtbar, beobachtet worden sind.

Bei Präparaten, die als aufhellendes Agens Natriumchlorit nach einer Vorbehandlung der Zahnoberfläche mit Zitronensäure anwenden, konnten allerdings stärkere Demineralisationserscheinungen und stärkere Erweichungen beobachtet werden. Ebenso scheinen hochkonzentrierte Präparate, wie sie beim sog. «in-office-bleaching» eingesetzt werden, in höherem Mass zu Demineralisationen des Zahnschmelzes zu führen (ATTIN ET AL. 2004).

Im Hinblick auf die klinische Relevanz der gestellten Frage ist vor allem die Studie von MATIS ET AL. (2006) von Bedeutung. In dieser klinischen Untersuchung wurden stark Tetrazyklin verfärbte Zähne über sechs Monate von Patienten mit einer Schienenbleichung mit 10–16% Carbamidperoxid-Gel behandelt. In dieser Untersuchung wurden trotz der langen Anwendung keine bedeutsamen morphologischen oder pathologischen Veränderungen in der Mundhöhle an Hart- oder Weichgeweben beobachtet.

#### Konklusion

*Die sachgerechte Anwendung von Bleichpräparaten scheint keinen negativen Einfluss auf Zahnhartgewebe zu haben, der von klinischer Relevanz ist.*

### 4. Kann eine Bleichbehandlung die Entstehung einer Karies oder Erosion im Bereich der zu bleichenden Zähne begünstigen?

Studien, die sich mit einer Kariesentstehung in Verbindung mit einer Bleichbehandlung befassen, haben die Kariesentwicklung in zuvor gebleichter Zahnhartsubstanz untersucht. Nicht geklärt ist bisher, wie sich bereits bestehende Initilläsionen bei einer Bleichtherapie weiterentwickeln. Sinnvoll ist es in diesem Fall aber sicherlich, vor der Bleichbehandlung eine Remineralisationstherapie derartiger Läsionen vorzunehmen. Studien zur Empfindlichkeit von gebleichtem Zahnschmelz gegenüber demineralisierenden Noxen haben allerdings unterschiedliche Ergebnisse gezeigt. So gibt es Hinweise, dass in Laborversuchen gebleichter Schmelz eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber einer erosiven, d. h. demineralisierenden Noxe (Säure) zeigt. Dies trat aber nur dann auf, wenn fluoridfreie oder saure Bleichgele (10% Carbamidperoxid) eingesetzt worden waren (ATTIN ET AL. 2003). Bei anderen Laborstudien mit künstlich erzeugten Läsionen zeigte sich überwiegend keine erhöhte Karies- oder Erosionsanfälligkeit von zuvor gebleichtem Zahnschmelz (DE MENEZES ET AL. 2007). Dies wurde auch in einer Tiermodellstudie bestätigt (KRAIGHER ET AL. 2006). Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass Carbamidperoxid-Gele über antimikrobielle Eigenschaften verfügen und somit bei einer eventuellen Plaquebesiedelung gewisse kariesprotektive Wirkung entfalten können (BENTLEY ET AL. 2000). Es liegen sogar Studien vor, bei denen im Laborversuch demineralisationsresistentere Zahnschmelzoberflächen nach Bleichtherapie mit niedrig konzentrierten Bleichpräparaten beobachtet wur-



den (NUCCI ET AL. 2004). Allerdings bedürfen diese Untersuchungen einer weiter gehenden Analyse. Einzig bei höherkonzentrierten Gelen (16% Carbamidperoxid) konnten eine Erhöhung der Läsionstiefen von artifizell erzeugten Kariesläsionen notiert werden (FLAITZ & HICKS 1996).

Klinische Studien, in denen Bleichmittel eingesetzt wurden, haben keine erhöhte Kariesinzidenz bei den betroffenen Patienten beobachtet. Allerdings gibt es keine Studie, die bezüglich dieser Fragestellung als Langzeit-Nachuntersuchung angelegt wurde.

#### *Konklusion*

*Die Kariesempfindlichkeit von zuvor gebleichtem Schmelz scheint bei sachgerechter Anwendung von externen Bleichpräparaten nicht erhöht zu sein.*

#### **5. Kann eine Bleichbehandlung einen ungünstigen Einfluss auf ggf. vorhandene Zahnhalserosionen und/oder Gingivarezessionen im Bereich der zu bleichenden Zähne haben?**

Eine Zahnerosion ist ein chronischer Prozess, bei dem ein durch Säurekontakt ausgelöster Zahnhartsubstanzverlust vorliegt. Unmittelbar nach dem Säurekontakt ist die Oberfläche des Zahnes erweicht und empfindlich gegenüber chemischen und physikalischen Einflüssen. Es wird davon ausgegangen, dass diese erosionsgeschädigte Oberfläche durch Einfluss des Speichels entweder wieder remineralisiert oder durch mechanische Einflüsse (Zunge, Zahnbürsten) abgetragen wird. Dadurch entsteht im Bereich der zuvor erodierten Zahnoberfläche eine zum nativen Schmelz kaum unterscheidbare Mikromorphologie (WIEGAND ET AL. 2007). Eine solche Oberfläche wird sich gegenüber Bleichmitteln nicht wesentlich anders verhalten als gesunder Schmelz. Dies gilt natürlich nur, solange kein erneuter Säureangriff stattfindet. Somit ist vielmehr die Frage von Interesse, wie und ob die Erosionsanfälligkeit einer Zahnoberfläche durch eine Bleichtherapie verändert wird. In Laboruntersuchungen wurde gezeigt, dass die Erosionsanfälligkeit von Schmelz, der mit unfluoridierten Bleichgelen behandelt wurde, erhöht ist (ATTIN ET AL. 2003). Diese Beobachtung wurde aber nicht in allen diesbezüglichen Studien gemacht.

Allerdings sind Erosionsdefekte teilweise mit einer Rezession der Gingiva und damit einer Exposition von Dentin vergesellschaftet. Dies kann eine erhöhte Schmerzempfindlichkeit der Zähne während der Bleichtherapie zur Folge haben (JORGENSEN & CARROLL 2002). Gleiches ist denkbar, wenn die Zahnschmelzschicht durch die Erosionsattacken sehr dünn geworden sein sollte. Freiliegendes Dentin und eine dünne Schmelzschicht erleichtern die Diffusion von Peroxid in Richtung Pulpa und machen somit eine erhöhte Schmerzempfindlichkeit der Zähne während einer Bleichbehandlung wahrscheinlicher.

In vielen Studien wird daher auch über transiente Beschwerden im Sinne von Zahnüberempfindlichkeiten und Gingivairritationen berichtet. Es ist ausnahmslos beschrieben, dass diese Beschwerden nach Absetzen der Therapie vollständig abklingen (ZIEBOLZ ET AL. 2007). Bei den beschriebenen Gingivairritationen handelt es sich i. d. R. um leichte Rötungen oder oberflächliche Gingivaerosionen. Oftmals sind diese Beschwerden mit unzureichend passenden Schienen assoziiert und nicht in jedem Fall auf das angewendete Bleichmittel zurückzuführen.

#### *Konklusion*

*Es ist nicht zu erwarten, dass eine sachgerecht durchgeführte Bleichbehandlung einen verschlechternden Einfluss auf ggf. vorhandene Zahnhalserosionen und/oder Gingivarezessionen im Bereich der zu bleichenden Zähne hat.*

#### **6. Kann eine Bleichbehandlung Einfluss auf ggf. vorhandene Schmelzrisse im Bereich der zu bleichenden Zähne haben?**

Es gibt keine Evidenz, dass sich Schmelzrisse unter dem Einfluss einer Bleichbehandlung verstärken könnten (HAYWOOD 1997). Allerdings wird diskutiert, dass es bei Vorliegen von Schmelzrisen verstärkt zu Hypersensibilitäten während einer externen Bleichtherapie kommen kann. Eine konkrete Studie mit einer diesbezüglichen Fragestellung ist nicht bekannt. Grundsätzlich ist die Gefahr des Auftretens von Hypersensibilitäten während der Bleichtherapie gesteigert, wenn bereits bestehende Hypersensibilitäten an den Zähnen vorliegen (HAYWOOD 1997).

Wasserstoffperoxid diffundiert beim Bleichprozess in die Zahnhartsubstanz und dringt bis in die Pulpa vor (GOKAY ET AL. 2004). Diese Diffusion ist neben der Höhe des eingesetzten Bleichpräparates an Wasserstoffperoxid auch z. B. von einer möglichen Hitzeanwendung durch Licht-/Laserapplikation beim «in-office-bleaching» abhängig (BUCHALLA ET AL. 2007). Durch die Hitzeanwendung werden die Diffusionseigenschaften und die chemische Reaktivität des Peroxids erheblich gesteigert. Es wird immer wieder diskutiert, dass die Peroxiddiffusion in die Pulpa milde Entzündungen in der Pulpa auszulösen vermag (FUGARO ET AL. 2004). Aus diesem Grunde wird geraten, die Indikation zur Bleichtherapie bei Patienten mit Schmelzrisen gut abzuwägen (NATHANSON 1997). Eine Kontraindikation für eine externe Bleichbehandlung scheint nach aktueller Datenlage aber nicht vorzuliegen.

#### *Konklusion*

*Eine sachgerecht durchgeführte Bleichbehandlung scheint keinen negativen Einfluss auf bestehende Schmelzrisse zu haben.*

#### **7. Kann eine Bleichbehandlung einen negativen Einfluss auf die Randqualität vorhandener Restaurationen im Bereich der zu bleichenden Zähne haben?**

Es liegen einige Untersuchungen vor, die den Einfluss von Bleichmitteln auf die Randqualität verschiedener Restaurationen untersucht haben (ATTIN ET AL. 2004). So wird zum einen berichtet, dass es bei Anwendung von 35% Wasserstoffperoxid oder 10–16% Carbamidperoxid-haltigen Präparaten zur einer Verschlechterung der Randdichtigkeit von Restaurationen aus Kompomeren, Kompositen, Glasionomern und Amalgam kommen kann (CRIM 1992). Dieser Befund konnte aber nicht in allen diesbezüglichen Studien verifiziert werden (CRIM 1992).

Bei Vorliegen von Restaurationen aus Komposit, Kompomeren oder Glasionomern muss aber mit einer verstärkten Diffusion von Peroxid in die Pulpa und einer höheren Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Hypersensibilitäten während der Bleichtherapie gerechnet werden (GOKAY ET AL. 2000).

#### *Konklusion*

*Externe Bleichbehandlungen scheinen zu einer Verschlechterung der Randqualität von bestehenden Restaurationen beitragen zu können.*

#### **8. Kann eine Bleichbehandlung einen ungünstigen Einfluss auf ggf. vorhandene Abrasionen im Bereich der zu bleichenden Zähne haben?**

Das Vorschreiten einer Abrasion ist sicherlich eher auf die Anwesenheit und Persistenz abrasiver Einflüsse als auf das alleinige Einwirken von chemischen Noxen wie Bleichpräparate oder Säuren zurückzuführen. Es ist aber bekannt, dass oberflächliche Zahnerweichungen, wie sie z. B. nach Einwirken von Säuren auftreten, die Abrasionsempfindlichkeit von Zahn-

schmelz und Dentin erheblich steigern (ATTIN ET AL. 2000). Die Anwendung von externen Bleichmitteln kann die Abrasionsstabilität von Zahnschmelz aber nur geringfügig beeinflussen (WIEGAND ET AL. 2004). Dabei scheinen «in-office»-Bleichverfahren einen geringfügigeren Einfluss auszuüben als «home-bleaching»-Anwendungen. Als Grund für diesen Unterschied kann die deutlich geringere Einwirkzeit der «in-office»-Bleichmittel im Vergleich zu «home-bleaching»-Präparaten angenommen werden. Einzig die Applikation von Natriumchlorithaltigen Präparaten, die nach einer Vorbehandlung des Zahnschmelzes mit Zitronensäure verwendet werden, verringert die Abrasionsstabilität des Schmelzes auf ein klinisch kritisch einzuschätzendes Mass (WIEGAND ET AL. 2004).

### Konklusion

*Vorhandene Abrasionen scheinen durch eine sachgerechte Bleichtherapie nicht negativ beeinflusst zu werden.*

### Abstract

ATTIN T, WIEGAND A, SCHMIDLIN P R: **Questions and answers to possible side effects of external bleaching therapies** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 118: 983–987 (2008)

There are several questions with regard to the application and possible side effects of external bleaching therapies. The following short review gives answers to some questions regarding this topic. It might be concluded that every bleaching therapy should be preceded by a meticulous intraoral examination. To reduce the risk of adverse effects, it is mandatory to have knowledge about the mode of action of bleaching agents.

### Literatur

- AKAL N, OVER H, OLMEZ A, BODUR H: Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. J Clin Pediatr Dent 25: 293–296 (2001)
- ATTIN T: Sicherheit und Anwendung von Bleichtherapien mit Carbamidperoxid. Dtsch Zahnärztl Z 53: 11–16 (1998)
- ATTIN T, BUCHALLA W, GOLLNER M, HELLWIG E: Use of variable remineralization periods to improve the abrasion resistance of previously eroded enamel. Caries Res 34: 48–52 (2000)
- ATTIN T, HANNIG C, WIEGAND A, ATTIN R: Effect of bleaching on restorative materials and restorations – a systematic review. Dent Mater 20: 852–861 (2004)
- ATTIN T, KOCABIYIK M, BUCHALLA W, HANNIG C, BECKER K: Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. Caries Res 37: 93–99 (2003)
- ATTIN T, MÜLLER T, PATYK A, LENNON A M: Influence of different bleaching systems on fracture toughness and hardness of enamel. Oper Dent 29: 188–195 (2004)
- ATTIN T, PAQUE F, AJAM F, LENNON A M: Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. Int Endod J 36: 313–329 (2003)
- ATTIN T, SCHMIDLIN PR, WEGEHAUPT F, WIEGAND A: Influence of study design on the impact of bleaching agents on dental enamel microhardness: A review. Dent Mater (submitted)
- BENTLEY C D, LEONARD R H, CRAWFORD J J: Effect of whitening agents containing carbamide peroxide on cariogenic bacteria. J Esthet Dent 12: 33–37 (2000)
- BUCHALLA W, ATTIN T: External bleaching therapy with activation by heat, light or laser – a systematic review. Dent Mater 23: 586–596 (2007)
- CRIM G A: Post-operative bleaching: Effect on microleakage. Am J Dent 5: 109–112 (1992)
- DE MENEZES M, TURSSI C P, FARAONI-ROMANO J J, SERRA M C: Susceptibility of bleached enamel and root dentin to artificially formed caries-like lesions. Am J Dent 20: 173–176 (2007)
- FLAITZ C M, HICKS M J: Effects of carbamide peroxide whitening agents on enamel surfaces and caries-like lesion formation: An sem and polarized light microscopic in vitro study. J Dent Child 63: 249–& (1996)
- FUGARO J O, NORDAHL I, FUGARO O J, MATIS B A, MJÖR I A: Pulp reaction to vital bleaching. Oper Dent 29: 363–368 (2004)
- GLICKMAN G N, FRYSH H, BAKER F L: Adverse response to vital bleaching. J Endod 18: 351–354 (1992)
- GOKAY O, MUJDECI A, ALGN E: Peroxide penetration into the pulp from whitening strips. J Endod 30: 887–889 (2004)
- GOKAY O, YILMAZ F, AKIN S, TUNCBILEK M, ERTAN R: Penetration of the pulp chamber by bleaching agents in teeth restored with various restorative materials. J Endod 26: 92–94 (2000)
- HANNIG C, ZECH R, HENZE E, DREIER S, ATTIN T: Peroxide release into saliva from five different home bleaching systems in vivo. Am J Dent 18: 13–18 (2005)
- HAYWOOD V B: Nightguard vital bleaching: Current concepts and research. J Am Dent Assoc 128 Suppl: 19S–25S (1997)
- HEGEDÜS C, BISTEY T, FLORA-NAGY E, KESZTHELYI G, JENEI A: An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. J Dent 27: 509–515 (1999)
- JOINER A: Review of the effects of peroxide on enamel and dentine. J Dent 35: 889–896 (2007)
- JORGENSEN M G, CARROLL W B: Incidence of tooth sensitivity after home whitening treatment. J Am Dent Assoc 133: 1076–1082 (2002)
- KRAIGHER A, VAN DER VEEN M H, POTOCNIK I: Caries occurrence in rats after bleaching with 10% carbamide peroxide in vivo. Caries Res 31: 643–651 (2006)
- MATIS B A, WANG Y, ECKERT G J, COCHRAN M A, JIANG T: Extended bleaching of tetracycline-stained teeth: A 5-year study. Oper Dent 31: 643–651 (2006)
- NATHANSON D: Vital tooth bleaching: Sensitivity and pulpal considerations. J Am Dent Assoc 128 Suppl: 41S–44S (1997)
- NUCCI C, MARCHIONNI S, PIANA G, MAZZONI A, PRATI C: Morphological evaluation of enamel surface after application of two “home” whitening products. Oral Health Prev Dent 2: 221–229 (2004)
- OLTU U, GURGAN S: Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. J Oral Rehabil 27: 332–340 (2000)
- WIEGAND A, OTTO Y A, ATTIN T: In vitro evaluation of toothbrushing abrasion of differently bleached bovine enamel. Am J Dent 17: 412–416 (2004)
- WIEGAND A, WEGEHAUPT F, WERNER C, ATTIN T: Susceptibility of acid-softened enamel to mechanical wear – ultrasonication versus toothbrushing abrasion. Caries Res 41: 56–60 (2007)
- ZIEBOLZ D, HELMS K, HANNIG C, ATTIN T: Efficacy and oral side effects of two highly concentrated tray-based bleaching systems. Clin Oral Investig 11: 267–275 (2007)