Diplomarbeit

ARTEN VON WEISSMACHERN UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF ZAHN UND ZAHNHALTEAPPARAT

eingereicht von

Cand. med. dent. Stefan Walter Erwin Bernklau

22.03.1989

Cand. med. dent. Dr. Stefan Franz Hasenburger

14.03.1982

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Zahnheilkunde

(Dr. med. dent.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitäts-Augenklinik - 8036 Graz, Auenbruggerplatz 4

Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde - 8036 Graz, Auenbruggerplatz 12

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Mag. Dr. phil. Otto Schmut

Univ.-Prof. DDr. Raoul Alain Polansky

Ort, Datum …….. (Unterschrift)

Eidesstattliche Erklärung

Wir erklären ehrenwörtlich, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst haben, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet haben und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht haben.

Graz, August 2012

Vorwort

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit – vor allem im Hinblick auf die Vermeidung einer ausufernden Verwendung von Pronomen – haben wir uns dazu entschlossen, alle geschlechtsbezogenen Wörter nur in eingeschlechtlicher Form - der deutschen Sprache gemäß zumeist die männliche – zu verwenden.
Selbstredend gelten alle Bezeichnungen gleichwertig für Frauen.

Danksagungen

An dieser Stelle möchten wir uns bei all jenen Menschen bedanken, die uns bei dem Erstellen dieser Arbeit unterstützt haben.

Unser größter Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Mag. Dr. phil. Otto Schmut, einem außerordentlichen Wissenschaftler und Lehrenden, welcher uns immer mit Rat und Tat zur Seite stand und uns von Anfang an bis zum Einreichen der Diplomarbeit tatkräftig unterstützte.
Unser Dank gilt Herrn Univ.-Prof. DDr. Raoul Alain Polansky, der uns als Zweitbetreuer unterstützt hat.

Abschließend möchten wir uns bei unseren Familien für die Unterstützung ganz herzlich bedanken.

Zusammenfassung

Hintergrund: In Betracht des Wunsches ästhetischen Auftretens, fordern immer mehr Menschen das Bleaching ihrer Zähne. Oftmals wird vom Patienten nicht auf mögliche Komplikationen Rücksicht genommen. Sogar Billigprodukte für die Anwendung zuhause sind sehr gefragt. Der Markt bietet dem nichtfachkundigen Interessenten unzählige Behandlungsmöglichkeiten an. Da oftmals vorab kein ärztlicher Rat eingeholt wird, verbirgt sich das Risiko, etwaige Nebenwirkungen zu unterschätzen.

Methoden: Unter Einbeziehung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und literarischen Quellen wird das Thema ausführlich behandelt. Es werden Vor- und Nachteile der verschiedenen Methoden erläutert und abgewogen.

Resultate: Qualifiziert angewendet und unter ärztlicher Kontrolle bieten sich sehr gute Behandlungsmöglichkeiten, um eine zufriedenstellende aufhellende Wirkung, unter Berücksichtigung der individuellen Konstitution des Patienten sowie exogener Faktoren, zu erzielen.

Schlussfolgerungen: Fachgerecht angewendet, bieten verschiedene Bleachingmethoden eine ausgezeichnete Möglichkeit, Zähne aufzuhellen. Besonders die Anwendung von Carbamidperoxid, das Wasserstoffperoxid über einen längeren Zeitraum freisetzt, bietet eine schonende, risikominimierende und unter ärztlicher Kontrolle einfach anzuwendende Möglichkeit des Bleichens von Zähnen.

Schlüsselwörter: Zahnaufhellung, Bleichmittel, Wasserstoffperoxid, Weißmacher

Abstract

Background: Considering the desire of an aesthetic appearance, more and more people demand the whitening of their teeth. Often possible complications are not considered by the patient. Actually the market offers interested people countless treatments, even low-cost products for home use are very popular, including the risk to underestimate any side effects, especially without initial medical advice.

Methods: With the inclusion of scientific and literary sources, the topic is covered in detail. It explains the advantages and disadvantages of the various methods.

Results: Under medical supervision there are very good treatment options to achieve a satisfactory lightening action, considering the individual constitution of the patient as well as exogenous factors.

Conclusion: Different whitening methods offer an excellent way to brighten teeth, if professionally applied. Especially the use of carbamide peroxide, releasing hydrogen peroxide over time, delivers a smooth, low risky and easy way to bleach teeth, if the fact of medical supervision is given.

Key words: bleaching, whitener, hydrogen peroxide

Inhaltsverzeichnis

Vorwort ii
Danksagungen iii
Zusammenfassung iv
Abstract v
Inhaltsverzeichnis vi
Abbildungsverzeichnis viii
Tabellenverzeichnis xi
1 Einleitung 1
1.1 Zahnaufbau 1
1.1.1 Schmelz 2
1.1.2 Dentin 3
1.1.3 Pulpa 4
1.2 Zahnverfärbungen 5
1.3 Zähne als ästhetisches Ideal 9
2 Die Behandlung von Zahnverfärbungen 10
2.1 Historischer Rückblick 11
3 Chemische Grundlagen von Weißmachern 14
3.1 Wasserstoffperoxid 14
3.1.1 Eigenschaften 15
3.1.2 Geschichte 16
3.1.3 Herstellung 16
3.1.4 Physikalische Eigenschaften 16
3.1.5 Chemische Eigenschaften 17
3.1.6 Physiologie 17
3.1.7 Verwendung 18
3.2 Carbamidperoxid 19
3.3 Natriumperborat 21
3.3.1 Eigenschaften 22
4 Wirkungsweise von Bleichmitteln 23
5 Arten von Bleichmethoden 26
5.1 Externes Bleichen 26
5.1.1 In-Office-Bleaching 26
5.1.2 Home-Bleaching 30
5.1.3 Indikation 38
5.2 Internes Bleichen 39
5.2.1 Indikationen 39
5.2.2 Präparate 39
5.2.3 Systematik der Walking-Bleach-Methode 40
5.3 Mikroabrasion 43
6 Die Gewebeverträglichkeit, Nebenwirkungen und Risiken von Bleichmitteln 46

7 Dauerhaftigkeit der Zahnaufhellung 50
8 Diskussion 51
9 Literaturverzeichnis 52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schema Zahnaufbau. Übernommen von: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Schematic_section_tooth.svg&filetimestamp=20070228043634 Bezogen am: 12.11.2011 1

Abbildung 2: Dentinaufbau. Übernommen von: http://www.dent.med.uni-muenchen.de/~kkunzelm/Cbt/ph3script/Image4.gif. Bezogen am: 14.11.2011. 3

Abbildung 3: Schematische Darstellung von Pulpen. Übernommen von: http://www.duden.de/_media_/full/P/Pulpa-201020556389.jpg. Bezogen am: 14.11.2011. 4

Abbildung 4: Zahnverfärbung durch Tetrazykline. Übernommen von: http://akute-phase.de/wp-content/uploads/2011/01/Tetrazyklin.jpg. Bezogen am 20.11.2011. 7

Abbildung 5: Zahnverfärbung durch Rauchen. Übernommen von: http://www.dent.med.uni-muenchen.de/~kkunzelm/infokollegen/Plast-Aufbau-Front/plastischer-aufbau-komposit-front-Dateien/image004.jpg. Bezogen am 20.11.2011. 7

Abbildung 6: Verfärbung eines einzelnen Zahnes nach Wurzelbehandlung. Übernommen von: http://zahnarztbilder.jalbum.net/dentalpictures/slides/Bleaching%20Intern%2041%20Nahansicht%20a%20600x400.jpg. Bezogen am 05.01.2012 8

Abbildung 7: Zahnverfärbung nach Zahntrauma. Übernommen von: http://www.zahnaerztinnen.de/magImg/bleaching_v_large.jpg. Bezogen am 05.01.2012. 8

Abbildung 8: Unnatürliches "Hollywood-Lächeln". Übernommen von: http://schaufenster.diepresse.com/images/uploads/b/4/6/596806/zaehne_zeigen_perfekte_weiss_anreisser20100923193353.jpg. Bezogen am 08.01.2012. 9

Abbildung 9: Strukturformel Wasserstoffperoxid. Übernommen von: http://www.chemgapedia.de/vsengine/media/vsc/de/ch/6/ac/bibliothek/strukturgrafiken/wasserstoffperoxid1.gif. Bezogen am 11.03.2012. 14

Abbildung 10: Strukturformel von Carbamidperoxid. Übernommen von: http://ec.europa.eu/health/opinions/de/zahnbleichmittel/images/carbamide.gif. Bezogen am: 24.03.2012. 19

Abbildung 11: Ausschnitt aus der Kristallstruktur von Carbamidperoxid: (rot=O2, blau=N2, grau=C, kleine Kreise=H2). Übernommen von: http://www.cup.lmu.de/ac/kluefers/homepage/L/gp/urexpo11.gif. Bezogen am 24.03.2012. 20

Abbildung 12: Strukturformel von Natriumperborat. Übernommen von: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Perborat_dimer.svg. Bezogen am 24.03.2012. 21

Abbildung 13: Schema der Bleichwirkung nach Freisetzung von Wasserstoffperoxid aus Carbamidperoxid. Übernommen von: Willershausen, Gängler, Hoffmann. Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie. Stuttgart: Thieme Verlag; 2010. Modifiziert am 27.03.2012. 25

Abbildung 14: Kofferdam. Übernommen von: http://www.usmejtese.cz/images/kofferdam.jpg. Bezogen am 10.04.2012.... 27

Abbildung 15: Ermittlung der Zahnfarbe. Übernommen von: http://www.starbleaching.de/Lydenti4.jpg. Bezogen am: 14.04.2012. 27

Abbildung 16: Polymerisationslampe. Übernommen von: http://www.kosmetikcornelia.com/bilder/Bleaching-mit-lampe.png. Bezogen am: 15.04.2012. 28

Abbildung 17: Vita-Skala zur Ermittlung der Zahnfarbe. Übernommen von: http://www.blancone.it/tedesco/domandeted/scaladenti.png. Bezogen am 02.08.2012. 31

Abbildung 18: Professionelle Zahnreinigung mittels Polierpasten absteigenden RDA-Wertes. Übernommen von: http://www.gesundezaehne24.de/wp-content/uploads/2010/09/professionelle-zahnreinigung.jpg. Bezogen am: 02.08.2012. 31

Abbildung 19: Abformlöffel in verschiedenster Ausführung. Übernommen von: http://www.checkdent.net/dental-blog/wp-content/uploads/2011/02/abdruckl%C3%B6ffel.jpg. Bezogen am: 02.08.2012. 32

Abbildung 20: Im Alginat abgeformtes Kiefer. Übernommen von: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Zahnabdruck_2012_PD_01.JPG. Bezogen am: 02.08.2012. 33

Abbildung 21: Ausgießen des Abdrucks am "Rüttler". Übernommen von: http://www.checkdent.net/dental-blog/wp-content/uploads/2011/02/alginat-300x225.jpg. Bezogen am: 10.08.2012. 33

Abbildung 22: Fertiger Gipsabdruck. Übernommen von: http://www.blens.de/modell_seite.jpg. Bezogen am: 10.08.2012. 34

Abbildung 23: Reservoirbildung für das Bleaching-Gel durch Kunststoff. Übernommen von: http://www.hoefelsauer.at/sites/default/files/medbilder/Bleichen%203.jpg. Bezogen am: 14.08.2012. 35

Abbildung 24: Schienenherstellung mittels Vakuum und Hitze. Übernommen von: http://scheu-dental.info/t3-web/fileadmin/user_upload/video/Schienenherstellung.jpg. Bezogen am: 14.08.2012. 35

Abbildung 25: Befüllen der Reservoirs mit Bleaching-Gel. Übernommen von: http://www.forouzan.ch/portals/1/Images/bleach/Opalescence%20in%20die%20Schiene.jpg. Bezogen am: 18.08.2012..... 36

Abbildung 26: Anbringen der Schiene. Übernommen von: http://www.forouzan.ch/portals/1/Images/bleach/Bleichschiene%20auf%20die%20Z%C3%A4hne.jpg. Bezogen am: 14.08.2012. 37

Abbildung 27: Internal Bleaching eines devitalen Zahnes. Übernommen von: http://www.drstaschke.de/upload/images/bleichen.jpg. Bezogen am 25.04.2012. 42

Abbildung 28: Schematischer Ablauf des Internal Bleachings. Übernommen von: http://www.zwp-online.info/ressources/downloads/CosmeticDentistry/Web_internal_Bleaching_3.jpg. Modifiziert am 25.04.2012. 42

Abbildung 29: Applikation mittels Gummikelch. Übernommen von: http://www.dr-ingelmann.de/pic/z-polierpaste.jpg. Bezogen am 20.08.2012. 44

Abbildung 30: Indikation für Mikroabrasion: „white spots“. Übernommen von: http://www.dr-michael-doerner.de/CMS/images/Whitespot-5-350x225.gif. Bezogen am: 22.08.2012. 44

Abbildung 31: Lippenretraktor. Übernommen von: http://www.kerrdental.de/media/Products/ProductFamily/395/de-DE/Images/55214/OptiView-picture-3.jpg. Bezogen am 22.08.2012. 45

Abbildung 32: Wurzelresorption. Übernommen von: http://www.badenzahnarzt.ch/pics/beispiel14/pic03.jpg. Bezogen am: 28.08.2012. 47

Abbildung 33: Fluoridlackapplikation. Übernommen von: http://www.zahnarzt-limburg-lahn.de/typo3temp/pics/c41d292f9c.jpg. Bezogen am: 28.08.2012. 49

Abbildung 34: Mögliche Resultate bei optimaler Behandlung und Compliance. Übernommen von: http://www.checkdent.net/dental-blog/wp-content/uploads/2011/02/bleaching-300x225.jpg. Bezogen am: 30.08.2012. 50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Härte von Zahnhartsubstanz im Vergleich. Übernommen von: http://www.dent.med.uni-muenchen.de/~kkunzelm/Cbt/ph3script/ph3teil1.html. Modifiziert am: 14.11.2011 2

Tabelle 2: Verfärbungen und deren Ursachen. Übernommen von: Weber, Thomas. Memorix Zahnmedizin. Stuttgard, New York: Thieme Verlag; 1999. Modifiziert am 20.11.2012. 6

Tabelle 3: Eigenschaften von Wasserstoffperoxid. Übernommen von: http://www.roempp.com. Modifiziert am 11.03.2012. 15

Tabelle 4: Eigenschaften von Natriumperborat. Übernommen von: http://www.roempp.com. Modifiziert am 26.03.2012. 22

Tabelle 5: Systematik der Walking-Bleach-Methode. In Anlehnung an Rotstein 1998, Geurtsen 2000, Peters 2001, Hülsmann 2008. Übernommen von: Klimm. Endodontologie. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag; 2003. Modifiziert am: 20.04.2012. 41

1 Einleitung

1.1 Zahnaufbau

Der menschliche Zahn besteht grundlegend aus der Zahnkrone (corona dentis), dem Zahnhals (cervix dentis) und der Zahnwurzel (radix dentis). Die Zahnhartsubstanz (Schmelz und Dentin) umschließt das Weichgewebe des Zahnes (Pulpa). Die äußerste Schicht des Zahnes wird von Schmelz gebildet, darunter umschließt das Dentin die Pulpa in ihrer Gesamtheit [1-3].

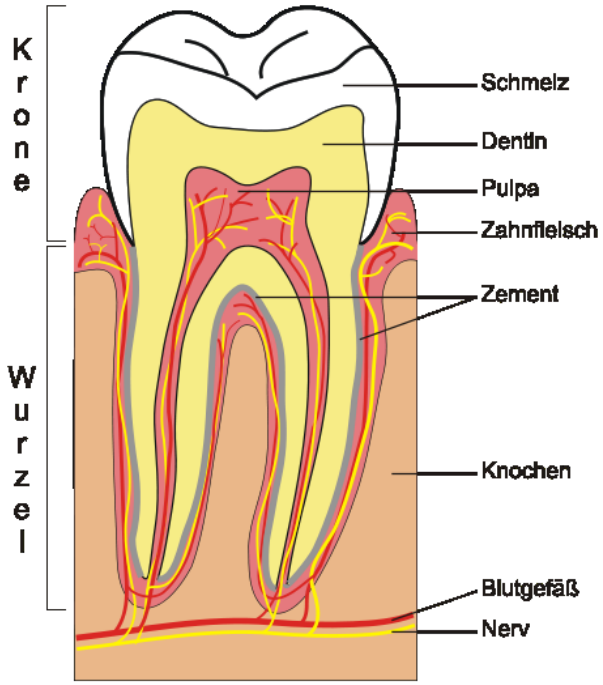


Abbildung 1: Schema Zahnaufbau. Übernommen von: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Schematic_section_tooth.svg&filetimestamp=20070228043634 Bezogen am: 12.11.2011

1.1.1 Schmelz

Der Schmelz, die äußerste Schicht der Zahnkrone, ist ein auskristallisiertes Sekret, das einmalig von Ameloblasten gebildet wird. Somit handelt es sich um keine Art von Gewebe. Er ist maximal 2,5 mm dick und zur Schmelz-Zement-Grenze hin dünn auslaufend.
Schmelz ist die härteste Substanz des menschlichen Körpers, die Härte ist in etwa vergleichbar mit Feldspat/Quarz, ist jedoch individuell sehr unterschiedlich ausgeprägt und nimmt mit zunehmendem Alter zu [1-3].

Material	**Härte in Knoop-Härtenummern (KHN)**
Schmelz	260
Dentin	60
Phosphatzement	36
Amalgam	90
Keramik	415

Tabelle 1: Härte von Zahnhartsubstanz im Vergleich. Übernommen von: http://www.dent.med.uni-muenchen.de/~kkunzelm/Cbt/ph3script/ph3teil1.html. Modifiziert am: 14.11.2011

Enamel, die harte mineralisierte Oberfläche des Zahnes, besteht zu 96 Gewichtsprozenten aus Hydroxylapatitkristallen $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, deren Hauptanteile Kalzium und Phosphat sind, die restlichen 5 Prozent enthalten organische Substanzen und Wasser [1-3].

Die Ameloblasten, hexagonale Zellen im Ausmaß von 5 x 50 µm, reihen sich nahtlos aneinander und bilden Schmelz in mehreren Phasen.
Für wasserlösliche Stoffe, wie zum Beispiel für Fluoride sowie Kalzium und Phosphat, ist der Zahnschmelz geringfügig durchlässig. Fluoride werden in der Zahnmedizin verwendet, um Hydroxylapatit in das härtere Fluorapatit umzuwandeln, damit kann die Widerstandsfähigkeit des Zahnes gestärkt werden und somit für den Schmelz gefährliche Säureangriffe abgewehrt werden [1-3].

1.1.2 Dentin

Die pulpaumschließende Schicht unter dem Zahnschmelz bzw. Zahnzement wird durch Dentin gebildet. Das Dentin wird von Odontoblasten produziert und zeitlebens von diesen versorgt. Es handelt sich somit um ein Gewebe.
Dentin kann eine Maximalstärke von 4 mm erreichen. Die Zusammensetzung schlüsselt sich in 65 Gewichtsprozenten Hydroxylapatit (anorganisch), 20 Gewichtsprozenten organische Substanzen (Kollagen und Polysaccharide) und 15 Gewichtsprozenten Wasser auf [1-3].

Von innen (pulpanahe) nach außen (schmelzgerichtet) besteht ein schichtweiser Aufbau. Zum Schmelz gerichtet befindet sich das Manteldentin, das weniger stark mineralisiert ist als das darauffolgende zirkumpulpale Dentin, das die Hauptmasse des Zahnbeins darstellt. Pulpanahe befindet sich das nichtmineralisierte Prädentin (unreifes Dentin) [1-3].

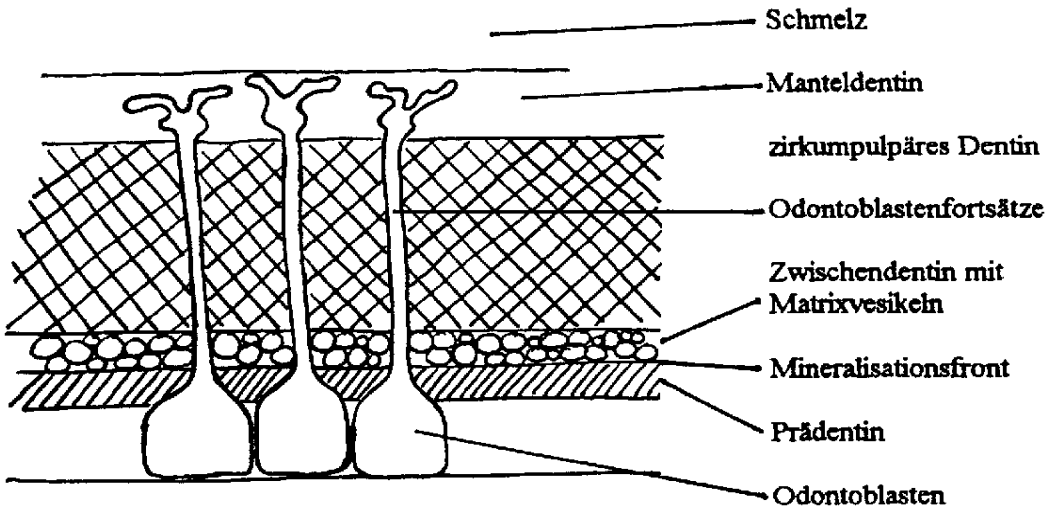


Abbildung 2: Dentinaufbau. Übernommen von: http://www.dent.med.uni-muenchen.de/~kkunzelm/Cbt/ph3script/Image4.gif. Bezogen am: 14.11.2011.

1.1.3 Pulpa

Die Pulpa entspricht dem Gefäß-Nervenkomplex des Zahnes, der den festen Hohlraum (cavum pulpae) ausfüllt. 75 Gewichtsprozente der Pulpa bestehen aus Wasser, die restlichen 25 Gewichtsprozente werden durch organisches Material gebildet. Grob kann das Pulpagewebe in Kronenpulpa und Wurzelpulpa unterteilt werden. Auch hier kann eine Schichtung beschrieben werden. An die Dentinoberfläche angrenzend befinden sich die Zellkörper der Odontoblasten. Daran anschließend findet sich die Weilsche Zone (zellarme Schichte), gefolgt von der bipolaren Zone (zellkernreich).
Zu den Aufgaben der Pulpa zählen die Ernährung und Bildung von Dentin sowie eine Warn- und Abwehrfunktion [1-3].

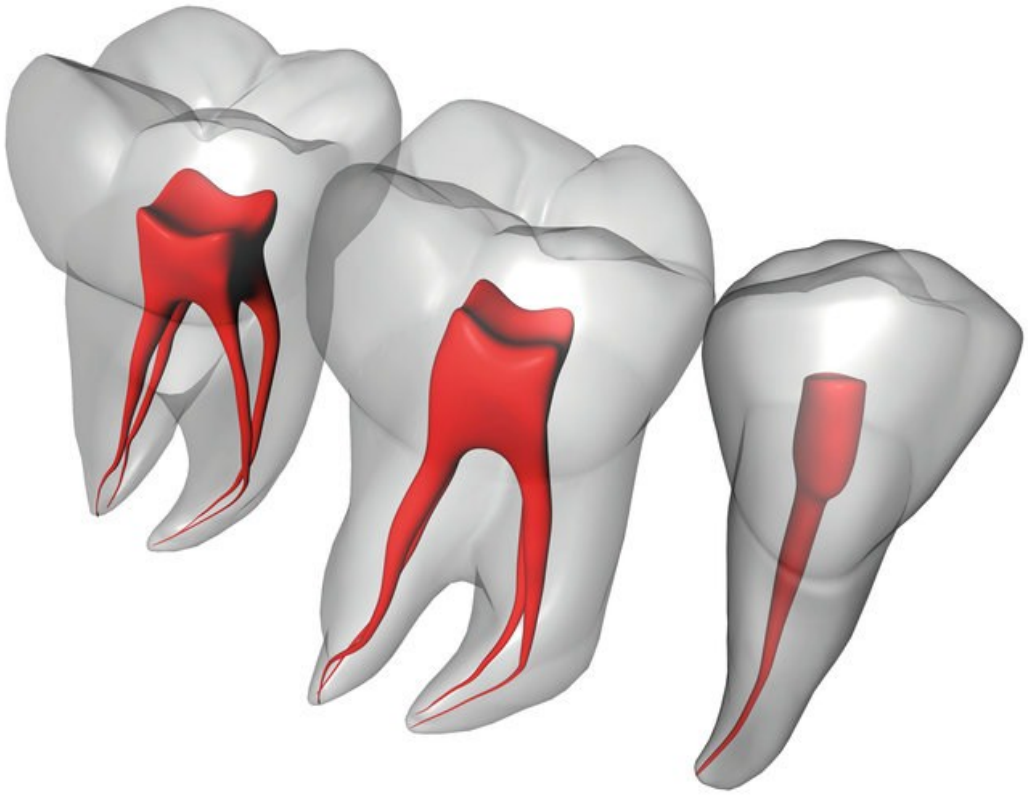


Abbildung 3: Schematische Darstellung von Pulpen. Übernommen von: http://www.duden.de/_media_/full/P/Pulpa-201020556389.jpg. Bezogen am: 14.11.2011.

1.2 Zahnverfärbungen

Generell unterscheidet man zwischen äußeren und inneren Zahnverfärbungen. Die äußeren Zahnverfärbungen entstehen durch Zahnbelege (Plaque) hervorgerufen von Farbstoffen aus Genuss- und Nahrungsmitteln, Getränken, Bakterien und Medikamenten. Äußere Verfärbungen können zumeist durch eine professionelle Zahnreinigung verbessert werden.

Innere Zahnverfärbungen lassen sich sowohl auf die Zahnentwicklung, den physiologischen Alterungsprozess aber auch auf das Zugrundegehen der Pulpa zurückführen [3,4].

Verfärbung	**Lokalisation**	**Ursachen**
Schwarz	Zahnkronen	Nahrungsmittel, Metalle, Industriestaub
Braun-Schwarz	0,5-1 mm Breite, girlandenförmige Linie parallel des Gingivalsaumes	Chromogene Bakterien (Melanodontie)
	Zahnkronen	Tabakkonsum
Dunkelbraun	lokalisiert	Chronisch ruhende Karies
Braun	Zahnkronen	Chlorhexidin-Spüllösungen, Nahrungsmittel
	Flecken	Stärkere Fluorose
Gelb-Braun	lokalisiert, einzelne Zahnkronen	Turner-Zahn, Dentinfreilegung (Erosion, Abrasion, Attrition, Amelogenesis imperfecta)
	Milchzahn, bleibender Zahn	Tetrazykline

Gelb-Grau	Milchzahn	Neonatale Hepatitis
	Milchzahn, bleibender Zahn	Chlortetrazykline
	Einzelner Zahn	Pulpanekrose
Gelb	Cervikale Linie	Metalleinwirkung
Dunkelgelb-Grau	Zahnkrone einzelner Zähne	Frakturen, Karies, physiologische Alterungsvorgänge
Orange	Gingivales Drittel labialer und lingualer Zahnflächen	Schlechte Mundhygiene, chromogene Bakterien
	Zahnkrone	Industrielle Entwicklung
Rötlich-Rosa	Zahnkrone	Nahrungsmittel
	Einzelner Zahn	Pulpahämorrhagie
	Einzelner Zahn, „Pink-Spot“	Internes Pulpengranulom
Rötlich-Braun	Krone und Wurzeln	Kongenitale Porphyrie
Violett	Zahnkronen	Nahrungsmittel, Kalium-permanganatlösung
Grünlich	Zervikale Labialflächen oberer Frontzähne	Schlechte Mundhygiene, chromogene Bakterien
Grünlich-Gelb	Milchzahn	Kongenitale Gallengangsdefekte
Grünlich-Grau-Blau	Milchzahn	Erythroblastosis fetalis
Bläulich-Weißlich	Obere Schneidezähne	Kongenitale Herzfehler
Weißlich-Opak	Flecken auf der Zahnkrone	Lokale Veränderung der Schmelzdichte

Tabelle 2: Verfärbungen und deren Ursachen. Übernommen von: Weber, Thomas. Memorix Zahnmedizin. Stuttgard, New York: Thieme Verlag; 1999. Modifiziert am 20.11.2012.

Abbildung 4: Zahnverfärbung durch Tetrazykline. Übernommen von: http://akute-phase.de/wp-content/uploads/2011/01/Tetrazyklin.jpg. Bezogen am 20.11.2011.

Abbildung 5: Zahnverfärbung durch Rauchen. Übernommen von: http://www.dent.med.uni-muenchen.de/~kkunzelm/infokollegen/Plast-Aufbau-Front/plastischer-aufbau-komposit-front-Dateien/image004.jpg. Bezogen am 20.11.2011.

Abbildung 6: Verfärbung eines einzelnen Zahnes nach Wurzelbehandlung. Übernommen von: http://zahnarztbilder.jalbum.net/dentalpictures/slides/Bleaching%20Intern%2041%20Nahansicht%20a%20600x400.jpg. Bezogen am 05.01.2012

Abbildung 7: Zahnverfärbung nach Zahntrauma. Übernommen von: http://www.zahnaerztinnen.de/maglmg/bleaching_v_large.jpg. Bezogen am 05.01.2012.

1.3 Zähne als ästhetisches Ideal

Weiße Zähne stehen für Jugend, Gesundheit und Erfolg. Das natürliche Farbempfinden für Zähne gewinnt nicht zuletzt durch Werbung und Magazine mehr an Bedeutung, wird aber zunehmend verfremdet.
Immer hemmungsloser werden kosmetische Korrekturen in Anspruch genommen. In einer zuletzt in der Schweiz durchgeführten Studie gab jede dritte Frau an, mit dem Gedanken an eine Schönheitsoperation zu spielen. Als wichtigster Körperteil (91%) für die Ästhetik wurden die Zähne eingestuft [7].

Diese Entwicklung führt dazu, dass die Nachfrage nach schneeweißen Zähnen ständig zunimmt und der Wunsch nach dem an sich unnatürlichen, sogenannten „Hollywood-Lächeln“ mehr und mehr an Bedeutung gewinnt.

Abbildung 8: Unnatürliches "Hollywood-Lächeln". Übernommen von: http://schaufenster.diepresse.com/images/uploads/b/4/6/596806/zaehne_zeigen_perfekte_weiss_anreisser20100923193353.jpg. Bezogen am 08.01.2012.

2 Die Behandlung von Zahnverfärbungen

Zurzeit sind fünf Behandlungsmethoden gegen verfärbte Zähne im Gebrauch. Dazu zählen Mikroabrasion, chemisches Bleichen, direkte Applikation von Kompositen, Veneers sowie Keramikkronen. Bestimmte Verfärbungen können durch eine Kombination unterschiedlicher Behandlungsmethoden behoben werden [6].

Durch zunehmend schonendere Verfahren gewinnt das Bleichen auf chemischer Basis immer mehr an Bedeutung.
Alle chemischen Bleichverfahren bedienen sich der Anwendung von Oxidantien, die auf den Zahnschmelz einwirken. Grundlegend kommt es zur Bildung von atomarem Sauerstoff und durch die darauf folgende Oxidation zur Bleichung von eingelagerten Farbpartikeln [4,7].

Zu den am meisten angewendeten chemischen Bleichmitteln zählen Wasserstoffperoxid, Natriumperborat sowie Carbamidperoxid.
Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist eine unbeständige Verbindung, die Sauerstoff freisetzt und bakterizid wirken kann.
Natriumperborat zählt zu den Borverbindungen die Sauerstoff abgeben.
Zum Bleichen vitaler Zähne wird vorwiegend Carbamidperoxid verwendet, dieses gibt in wässriger Lösung Sauerstoff ab und ist vom chemischen her gesehen Harnstoff mit einer Peroxidgruppe [4,7].

2.1 Historischer Rückblick

Um verschiedenste endogene und exogene Zahnverfärbungen zu behandeln, werden schon seit über 100 Jahren Salzsäure und Wasserstoffperoxid einzeln oder in Kombination, auch mit weiteren chemischen Substanzen, angewendet. Erstmals wird in einer Publikation im Jahre 1877 von Chapple die Verwendung von Oxalsäure zur Behandlung verfärbter Zähne beschrieben [7].

Bereits 1895 verwendete Weskale, Geschichtsbüchern zufolge, eine Mischung aus Äther und Wasserstoffperoxid als Therapie [7].
Um die Behandlung noch wirkungsvoller zu gestalten, wurde elektrischer Strom durch die Lösung geleitet. 1918 wurde erstmalig von Abbot eine effektive Methode mit hitze- und lichtaktiviertem 37%igem Wasserstoffperoxid angewandt [7].

Noch heute gilt diese Methode als Grundlage für aktuelle Verfahren. Bereits 1916 entdeckte Kane, dass hoher Fluoridgehalt im Wasser zu oberflächlichen Verfärbungen des Schmelzes in unterschiedlichem Ausmaße führen kann. Aufgrund dieser Entdeckung versuchte Kane, die Zahnverfärbungen durch auf ein Wattepellet aufgetragene erhitzte Salzsäure zu entfernen. Dadurch entwickelte sich die Kane-Schule, welche die Anwendung von Mikroabrasionstechniken bevorzugte [7].

Die Abbot-Schule lehrte eine rein chemische (Wasserstoffperoxid) Behandlung. McInnes führte 1966 eine neue, nach ihm benannte, Lösung ein. Sie bestand aus einer Mischung von 5 ml 36%iger Salzsäure, 5 ml 30%igem Wasserstoffperoxid und 30%igem Äther. Die Einwirkzeit betrug 16 bis 20 Minuten, danach wurden die Zähne mit Wasser abgespült und mit einer Natriumbicarbonat-Paste neutralisiert und anschließend poliert [7].

McCloskey empfahl 1984 die alleinige Anwendung einer verdünnte 18%igen Salzsäurelösung [7].

Croll und Cavanaugh empfahlen 1986, eine 18%ige Salzsäure mit Bimssteinpulver zu kombinieren und die Paste mit einem Holzstäbchen 5 Sekunden lang auf die Zahnoberfläche einzureiben [7].

Miara et al. (1991) untersuchten Salzsäure, Phosphorsäure, Zitronensäure, Salpetersäure sowie weitere Säuren und zahlreiche Mischungen aus Wasserstoffperoxid und Salzsäure in verschiedensten Konzentrationen. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde das Micro Clean – Mikroabrasionssystem entwickelt. Dieses bestand aus einer Kombination von Salzsäure, Bimssteinpulver und Wasserstoffperoxid. In Abständen von jeweils 5 bis 10 Sekunden wurde die Mischung mit kleinen Gummikelchen in einem Winkelstück mit reziproker Bewegung aufgetragen [7].

Als in den 1970er Jahren vermehrt Tetrazyklinverfärbungen auftraten, wurde auf Bleichverfahren mit hitzeaktiviertem Wasserstoff zurückgegriffen, welche in der Zeit davor an Bedeutung verloren hatten. 1972 wurde diese Methode erstmals von Arens erläutert und 1989 von Feinman et al. im Anwendungsbereich perfektioniert [7].

Zusammen mit Zahnärzten, Chemikern und Pharmazeuten etablierte Zaragoza in den 1980er Jahren „BV-Bleaching“, eine weitere thermochemisch aktivierte Technik. Hierbei wurde der Schmelz mit einem zuvor im Thermotray erhitzten 70%igem Wasserstoffperoxid behandelt.
Aufgrund von Problemen in der Durchführbarkeit und wegen der Notwendigkeit eines speziellen Instrumentariums verlor diese Methode trotz guter Ergebnisse an Bedeutung [7].

Hohe Wasserstoffperoxid-Konzentrationen bergen durch ihre Aggressivität ein wesentlich höheres Risiko für Schäden an Zahn und Zahnhalteapparat. Seit dem letzten Jahrzehnt propagierten daher immer mehr Autoren den Gebrauch von Wasserstoffperoxid-Gelen mit einer Maximalkonzentration von 37 %, die chemisch oder lichtaktiviert werden [7].

Haywood und Heymann ist es zu verdanken, dass seit 1989 ein weiteres Bleichverfahren möglich wurde. Bei diesem Verfahren wird 10%iges Carbamidperoxid-Gel, das 3,6% Wasserstoffperoxid-Gel entspricht, in Medikamententrägern appliziert. Hierbei handelt es sich um individuell angepasste Plastikschienen, die vom Patienten je nach Bedarf und gewünschter Bleichwirkung getragen werden. Es wurde eine einfach handhabbare und niedrig konzentrierte, substanzschonende Methode geboren [7].

Somit kann ein Zahnarzt aus drei verschiedenen chemischen Behandlungsmethoden wählen:

- Mikroabrasion
- Chairside-Bleaching mit selbst-, licht- oder hitzeaktiviertem 20-37%igem Wasserstoffperoxidgel
- Home-Bleaching (vom Patienten selbst durchgeführtes Bleichen mit Carbamid-Peroxidgel)

Die Wahl der geeigneten Methode ist vom Zahnarzt in Betrachtnahme von Ursache, Typ, Ausmaß, Gestalt, Farbe und Lokalisation zu treffen.

3 Chemische Grundlagen von Weißmachern

3.1 Wasserstoffperoxid

Wasserstoffperoxid = Wasserstoffsuperoxid = Hydrogenii peroxydum = H_2O_2

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist eine blassblaue, in verdünnter Form farblose, weitgehend stabile Flüssigverbindung aus Wasserstoff und Sauerstoff. Wasserstoffperoxid ist ein Wirkstoff aus der Gruppe der Oxidationsmittel, der in Form wässriger Lösungen eingesetzt wird. Es ist desinfizierend, antibakteriell, oxidierend, bleichend und geruchsbeseitigend. Die Wirkungen beruhen auf der Bereitstellung von Sauerstoff. Konzentrierte Lösungen sind reizend und gesundheitsschädlich und können bei falscher Anwendung schwere unerwünschte Wirkungen verursachen. Wasserstoffperoxid ist eine schwache Säure, ist reaktiv und zerfällt oder reagiert beim Kontakt mit oxidierbaren, organischen Substanzen oder Metallen, zum Beispiel Kupfer, Eisen sowie in alkalischer Lösung. Metalle, Metallsalze, Kohle, Katalysatoren (Katalase), Licht, Bewegung und Wärme fördern die Zersetzung [9,10,15].

Summenformel: H_2O_2

Strukturformel:

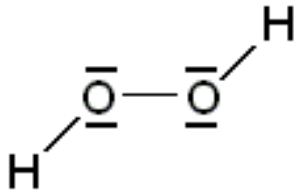


Abbildung 9: Strukturformel Wasserstoffperoxid. Übernommen von: http://www.chemgapedia.de/vsengine/media/vsc/de/ch/6/ac/bibliothek/strukturgrafiken/wasserstoffperoxid1.gif. Bezogen am 11.03.2012.

3.1.1 Eigenschaften

Molare Masse	34,02 $g \cdot mol^{-1}$
Aggregatzustand	flüssig
Dichte	1,71 $g \cdot cm^{-3}$ (-20°C, Feststoff) 1,45 $g \cdot cm^{-3}$ (20°C, rein) 1,11 $g \cdot cm^{-3}$ (20°C, 30%ig)
Schmelzpunkt	−0,41°C (rein) −11°C (90%ig) −33°C (35%ig)
Siedepunkt	150,2°C (rein) 142°C (90%ig) 108°C (35%ig, unter Zersetzung)
Dampfdruck	1,9 hPa (20°C)
pK_s-Wert	11,75 (20°C) 11,8 (20°C)
Löslichkeit	mischbar mit Wasser

Tabelle 3: Eigenschaften von Wasserstoffperoxid. Übernommen von: http://www.roempp.com. Modifiziert am 11.03.2012.

3.1.2 Geschichte

Zum ersten Mal wurde Wasserstoffperoxid 1818 von Louis Jacques Thénard durch Reaktion von Bariumperoxid mit Salpetersäure hergestellt. Dieses Verfahren wurde durch den Einsatz von Salzsäure, später von Schwefelsäure verbessert. Schwefelsäure eignet sich besonders gut zur Herstellung, da das Nebenprodukt Bariumsulfat dabei ausfällt. Thénards Verfahren wurde bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts benutzt.
Absolut reines Wasserstoffperoxid wurde erstmals 1894 von Richard Wolffenstein per Vakuumdestillation gewonnen [8,9].

3.1.3 Herstellung

Früher bediente man sich der Elektrolyse von Schwefelsäure zur Herstellung von Wasserstoffperoxid, dabei bildet sich Peroxidschwefelsäure, die daraufhin wieder zu Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid zerfällt.
Heute gewinnt man Wasserstoffperoxid technisch durch das Anthrachinon-Verfahren. Dabei wird Anthrahydrochinon mit Luftsauerstoff unter Druck zu Wasserstoffperoxid und Anthrachinon umgesetzt. Anthrachinon kann im nächsten Schritt erneut mit Wasserstoff zum Anthrahydrochinon reduziert werden [8,9].

3.1.4 Physikalische Eigenschaften

Wasserstoffperoxid ist eine sehr schwache Säure, und in Wasser stellt sich ein Gleichgewicht ein.
Wasserstoffperoxid ist mit Wasser in jedem Verhältnis mischbar. Die Schmelzpunkte der reinen Komponenten sind sich relativ ähnlich. Bei Mischungen werden niedrigere Schmelzpunkte erreicht.
In flüssiger Phase werden, wie bei Wasser, Wasserstoffbrücken gebildet. Das H_2O_2-Molekül ist hinsichtlich der beiden O-O-H- Ebenen gewinkelt. Die gewinkelte Struktur und geänderte Wasserstoffbrückenstruktur führt zu einer, im Vergleich zu Wasser, wesentlich höheren Dichte und Viskosität [9,10].

3.1.5 Chemische Eigenschaften

Wasserstoffperoxid tendiert dazu, in Wasser und Sauerstoff zu zerfallen.

$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

Bei hochkonzentrierten Lösungen kann eine Spontanzersetzung erfolgen, die Energie freisetzt. Diese Reaktion wird durch Mangan oder andere Schwermetallionen katalysiert. Deshalb werden H_2O_2-Lösungen mit Stabilisatoren, wie zum Beispiel Phosphorsäure oder Metallchelatoren, versetzt.
Wasserstoffperoxid ist ein starkes Oxidationsmittel, dessen Reaktion nur Wasser und Sauerstoff hervorbringt. Die Anwendung im Labor ist vereinfacht, weil keine störenden Nebenprodukte anfallen.
Abhängig von der Lage der beiden Redox-Potentiale kann H_2O_2 auch als Reduktionsmittel wirken. Hydroperoxide und Peroxide sind die anorganischen Salze und organischen Ester der Wasserstoffperoxide [9].

3.1.6 Physiologie

Besonders als Dampf wirkt Wasserstoffperoxid stark ätzend. Allgemein wirkt Wasserstoffperoxid zytotoxisch und aufgrund der starken Toxizität gegenüber prokaryotischen Lebewesen desinfizierend. Wasserstoffperoxid entsteht bei zahlreichen biochemischen Prozessen. Im biologischen Kreislauf entsteht es durch die oxidative Metabolisierung von Zucker. Der Organismus schützt sich gegen seine toxische Wirkung mithilfe von Katalasen und Peroxidasen, die es wieder zu ungiftigem O_2 und H_2O zersetzen [9].

3.1.7 Verwendung

- Bleichmittel
- Wasseraufbereitung
- Desinfektion und Sterilisation
- Sauerstoffzufuhr
- Schimmelbekämpfung
- Katalase-Test
- Ätzmittel
- Raketentreibstoff
- Sprengstoffherstellung
- Instrumentelle und klassische Analytik

3.2 Carbamidperoxid

Carbamidperoxid ist Harnstoff mit einer Peroxidgruppe. Diese feste Substanz neigt dazu, in wässriger Lösung Sauerstoff abzugeben und erzielt somit eine bleichende Wirkung. Carbamidperoxid oder auch Harnstoffperoxid ist weniger eine echte chemische Verbindung als ein Addukt. Harnstoff ist das Diamid der Kohlensäure, daher die Bezeichnung Carbamid [4, 7].

Summenformel: $CH_6N_2O_3$

Strukturformel:

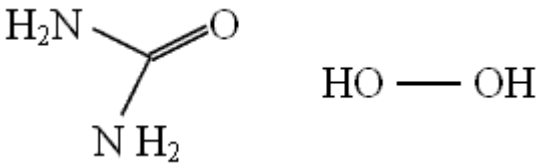


Abbildung 10: Strukturformel von Carbamidperoxid. Übernommen von: http://ec.europa.eu/health/opinions/de/zahnbleichmittel/images/carbamide.gif. Bezogen am: 24.03.2012.

Beim Bleichvorgang wird aus 10%igem Carbamidperoxid Wasserstoffperoxid (3,4%) und Harnstoff (6,6%).

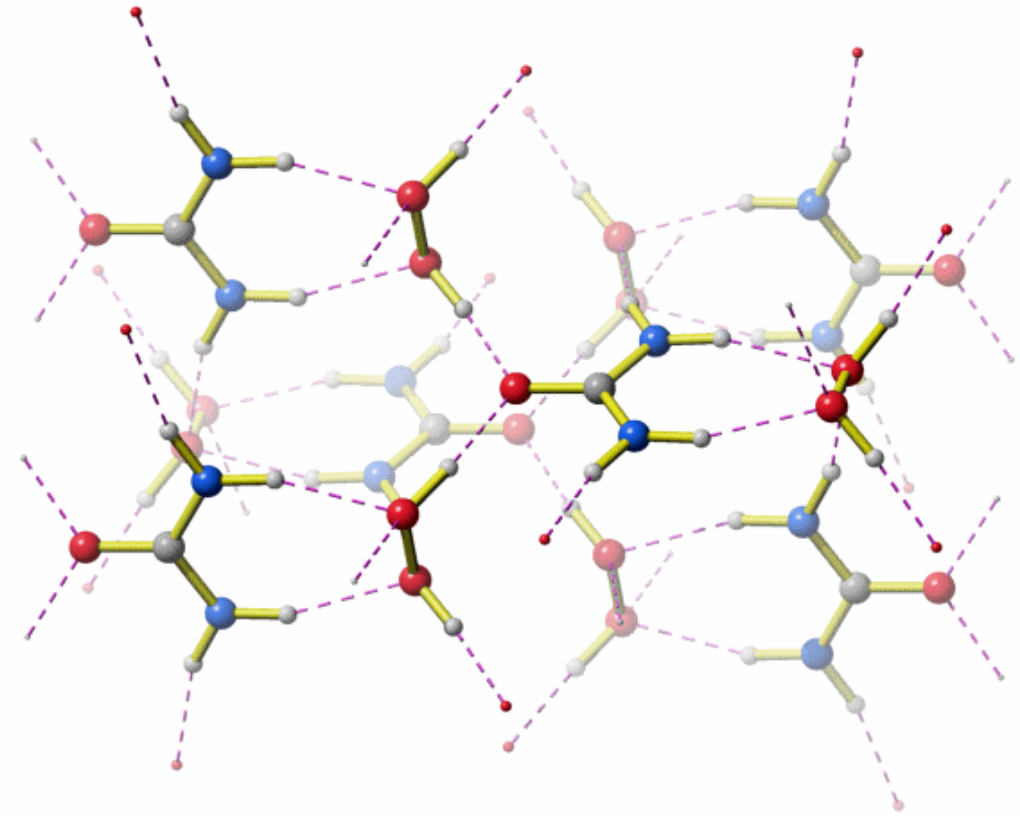


Abbildung 11: Ausschnitt aus der Kristallstruktur von Carbamidperoxid: (rot=O2, blau=N2, grau=C, kleine Kreise=H2). Übernommen von: http://www.cup.lmu.de/ac/kluefers/homepage/L/gp/urexpo11.gif. Bezogen am 24.03.2012.

3.3 Natriumperborat

Natriumperborat ist ein weißer geruchloser Feststoff und ein starkes Oxidationsmittel, das unter anderem beim Internal Bleaching als Einlage verwendet wird. Es handelt sich um eine Borverbindung, die wie alle Peroxide in Lösung Sauerstoff leicht freisetzen. Im Wasser zerfällt Natriumperborat in Wasserstoffperoxid und Natriumhydrogenborat.
Natriumperborat findet als das am häufigsten gebrauchte Bleichmittel in Waschmitteln Anwendung, weiters wird es als Konservierungsmittel in ophthalmologischen Präparaten eingesetzt.
Als Mundspülung ist es aufgrund seiner Toxizität nicht mehr zugelassen [4,7].

Summenformel: BH_2NaO_4

Strukturformel:

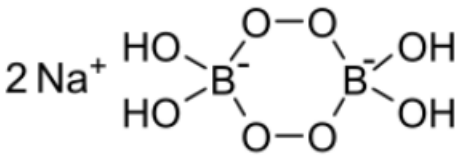


Abbildung 12: Strukturformel von Natriumperborat. Übernommen von: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Perborat_dimer.svg. Bezogen am 24.03.2012.

3.3.1 Eigenschaften

Molare Masse	153,81 $g \cdot mol^{-1}$
Aggregatzustand	Fest
Dichte	1,73 $g \cdot cm^{-3}$
Schmelzpunkt	Zersetzung ab 60°C
Löslichkeit	23 $g \cdot l^{-1}$ in Wasser bei 20°C

Tabelle 4: Eigenschaften von Natriumperborat. Übernommen von: http://www.roempp.com. Modifiziert am 26.03.2012.

4 Wirkungsweise von Bleichmitteln

Heutigen Bleichverfahren ist die Wirkung unterschiedlicher Konzentrationen von Wasserstoffperoxid zugrunde liegend. Unabhängig vom Ausmaß der Zahnverfärbung beruht die Wirkung von Wasserstoffperoxid auf dessen oxidierenden Eigenschaften. Der Oxidationsvorgang wird durch Einwirken von Hitze, Licht oder bestimmten chemischen Aktivatoren in Gang gesetzt [6].

Zwei grundlegende Reaktionsmuster sind heute bekannt.
Die erste Reaktion, die sogenannte Fotodissoziaton, wird durch Licht und Erwärmung initiiert. Es werden Sauerstoffmoleküle gebildet, die oxidative Wirkung besitzen. Diese Reaktion ist sehr leicht auszulösen und läuft meistens als primäre Reaktion ab.
Die anionische Dissoziation gilt als zweite Reaktion, sie wird durch einen hohen pH-Wert und der Gegenwart bestimmter Aktivatoren ausgelöst. Dabei kommt es zur Bildung von Wasserstoffperoxidionen. Diese Reaktion ist schwieriger zu erreichen.
Feinman et al. haben 1991 eine dritte Reaktion beschrieben, dabei handelt es sich um eine Kombination aus 1. und 2. Reaktion, wobei Sauerstoff und Wasserstoffperoxidionen gebildet werden [6].

Unabhängig von der Art der Reaktion, oxidieren Wasserstoffperoxid-Abbauprodukte die Farbsubstanzen und führen somit zu einer Aufhellung. Aufgrund des geringen Molekulargewichts von Wasserstoffperoxid-Abbauprodukten können diese problemlos in normalen porösen Schmelz eindringen [6].

Durch seine Fähigkeit zur Schmelzpenetration wirkt Wasserstoffperoxid nicht nur oberflächlich sondern auch in der Tiefe. Teilweise wird sogar die Schmelz-Dentin-Grenze erreicht und in das Dentin eingedrungen. Unabhängig von der Wasserstoffperoxid-Konzentration besteht kein abrasiver Effekt. Der Bleaching-Effekt wird allein durch die Wirkung auf oxochrome Pigmente und Chromophore erreicht [5,6].

1989 wurde von Haywood und Heymann das sogenannte „Home-Bleaching“ durch Carbamidperoxid eingeführt. Auch dieses Verfahren bedient sich dem oben beschriebenen Mechanismus, da auch Carbamidperoxid Wasserstoffperoxid enthält. Dabei wird Wasserstoffperoxid in einer Glycerollösung stabilisiert und mit Carbamid gebunden. Das Carbamidperoxid liegt dabei in einer Konzentration von 1,5-37% vor. Im Normalfall wird beim „Home-Bleaching“ 10%iges Carbamidperoxid-Gel in unterschiedlichen Konsistenzen verwendet [5,6].

Die Carbamidperoxid-Gele enthalten zum Zweck der höheren Haltbarkeit und Stabilität Säurelösungen auf Phosphor- oder Zitronensäurebasis, die einen pH-Wert von 5-6,5 bewirken. Ein weiterer Bestandteil ist Carbopol, eine Substanz, die einerseits die Viskosität erhöht und andererseits den Wasserstoffperoxid-Abbau bei Speichelkontakt verzögert. Bei Carbopol handelt es sich um ein Polyacryl-Säure-Polymer mit einem niedrigen pH-Wert. Aus diesem Grund wird Trolamin, eine neutralisierende Substanz, beigemengt. Es gelingt damit, den pH-Wert des Gels zwischen 5 und 7 anzusiedeln [5,6].

Bei einem pH-Wert zwischen 5 und 7 wird die Schmelzoberfläche nicht negativ verändert. Eine Ätzwirkung tritt erst bei einem pH-Wert kleiner als 4 auf. Empfohlen wird, Carbamidperoxid mit einem möglichst neutralem pH-Wert anzuwenden, da bei einem erhöhten Säuregehalt Nebenwirkungen auftreten können. Zu diesen zählen Hypersensibilitäten, leichte Entkalkungen der Schmelzoberfläche und Irritationen oder Entzündungen der oralen Weichgewebe [5,6].

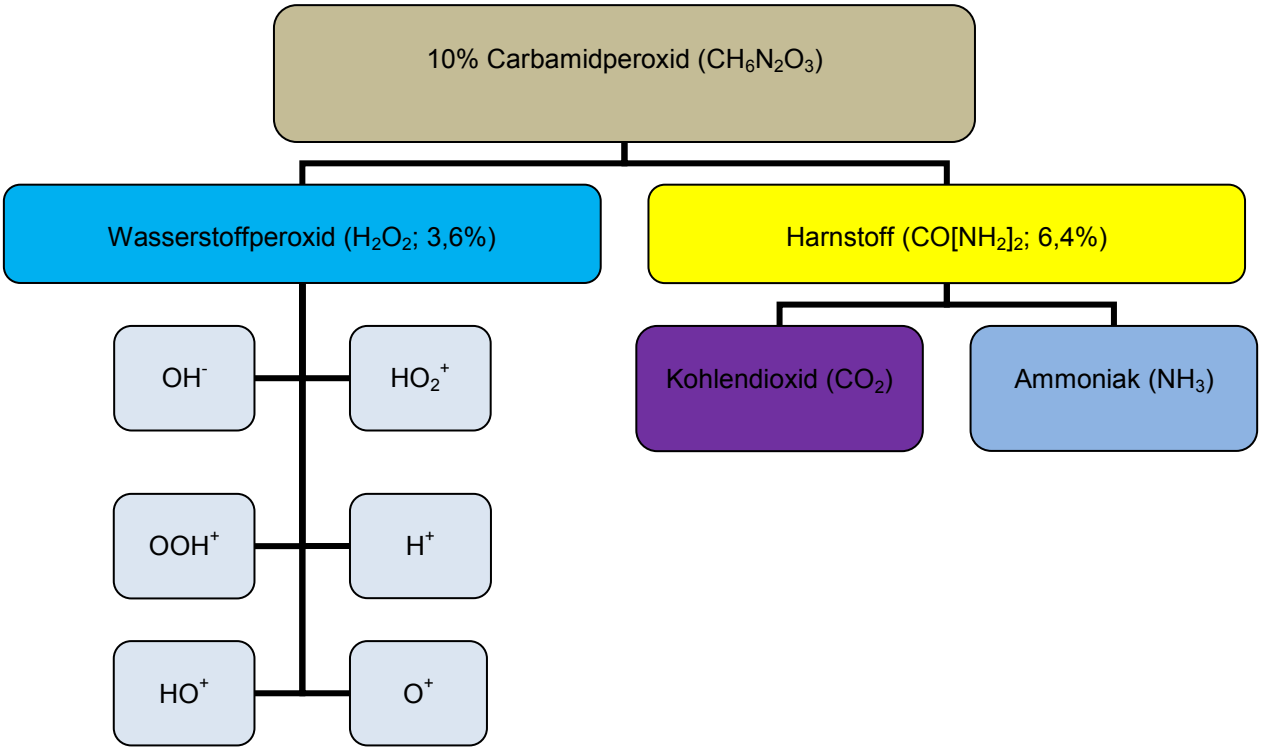


Abbildung 13: Schema der Bleichwirkung nach Freisetzung von Wasserstoffperoxid aus Carbamidperoxid. Übernommen von: Willershausen, Gängler, Hoffmann. Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie. Stuttgart: Thieme Verlag; 2010. Modifiziert am 27.03.2012.

5 Arten von Bleichmethoden

5.1 Externes Bleichen

Man unterscheidet zwischen zwei Verfahren des externen Bleichens:

- **Chemisches Bleichen:** Anwendung von Oxidantien, die auf die Zahnsubstanz einwirken. Durch Abspaltung von atomarem Sauerstoff (Oxidation) werden eingelagerte Farbmoleküle ausgebleicht. Das am häufigsten verwendete Agens ist Wassserstoffperoxid [4].
- **Mechanisches Bleichen (Mikroabrasion):** Mithilfe starker Säuren (18%ige Salzsäure oder 37%ige Phosphorsäure) und Bimsmehl wird oberflächlich Schmelzschichte abgetragen und damit eine Aufhellung erreicht [6].

Bezogen auf den Ablauf differenziert man zwischen „Home-Bleaching“, das zuhause durchgeführt wird sowie dem „In-Office-Bleaching“, das in der zahnärztlichen Ordination durchgeführt wird.

5.1.1 In-Office-Bleaching

„In-Office-Bleaching“ ist der Überbegriff für die externe Bleichbehandlung von Zahnverfärbungen sowohl bei vitalen als auch bei devitalen Zähnen in der Zahnarztpraxis unter Schutz der Gingiva durch Kofferdam [4].

Die Behandlung beginnt mit einer Untersuchung, die sowohl den allgemeinen Zahnstatus, die Zahnfarbenbestimmung und die Wünsche des Patienten beinhaltet. Nach der Voruntersuchung werden die Zähne professionell gereinigt, um alle mechanisch entfernbaren Verfärbungen bzw. Auflagerungen zu beseitigen. Anschließend wird Kofferdam oder alternativer Gingivaschutz angewandt, um die Weichgewebe vor Irritationen zu schützen [4,6,11].

Abbildung 14: Kofferdam. Übernommen von: http://www.usmejtese.cz/images/kofferdam.jpg. Bezogen am 10.04.2012.

Abbildung 15: Ermittlung der Zahnfarbe. Übernommen von: http://www.starbleaching.de/Lydenti4.jpg. Bezogen am: 14.04.2012.

Danach wird die Bleichsubstanz direkt auf den aufzuhellenden Zahn appliziert. Goldstandard ist das 35%ige Wasserstoffperoxid. Man unterscheidet zwischen einem durch chemische Aktivatoren in Gang gebrachtes Bleichmittel und Bleichmitteln die durch Licht und Wärme aktiviert werden. Auch chemisch aktivierte Bleichmittel können durch den Einsatz von Licht und Wärme verstärkt und beschleunigt werden. Als Wärmequelle dient eine Polymerisationleuchte mit ausgebautem Infrarot-Wärmefilter, die direkt auf den Zahn gerichtet wird. Grundsätzlich wird empfohlen, die vom Patienten ohne Unbehagen tolerierte maximale Temperatur zu wählen. Bei Einsatz von Lampen spricht man von thermokatalytischem Bleichen [4,6,11].

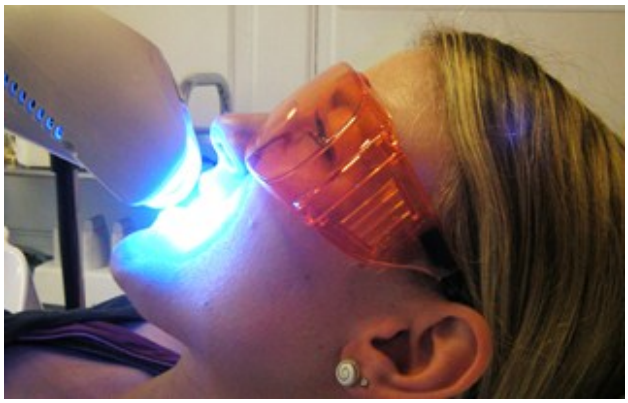


Abbildung 16: Polymerisationslampe. Übernommen von: http://www.kosmetikcornelia.com/bilder/Bleaching-mit-lampe.png. Bezogen am: 15.04.2012.

Je nach verwendetem Produkt und Hersteller sind unterschiedliche Einwirkzeiten zwischen 15 und 30 Minuten erforderlich. Das Aufhellungsgel wird nach der Einwirkdauer entfernt, danach wird die Behandlung mit einer Politur und darauffolgenden Fluoridapplikation abgeschlossen. Fluorid dient der Stärkung des Schmelzes und der Minderung der oft auftretenden Hypersensibilitäten. Je nach Stärke der Verfärbung und Aufhellungswunsch des Patienten variiert die Anzahl der Anwendungen. In der Regel ist Bleaching schmerzfrei. Die möglichen Risiken sind neben einem unzufriedenstellenden Bleicheffekt, Irritationen der Gingiva und der Pulpa (Schmerzen bzw. Hypersensibilitäten) [4,6,11].

5.1.1.1 Schrittweiser Ablauf

- Anamnese, routinemäßige Erstuntersuchung, Aufklärung des Patienten über Wirkung, Ablauf und Risiken
    - Der Patient muss darüber aufgeklärt werden, dass nur natürliche Zahnhartsubstanz gebleicht werden kann, etwaige Füllungen, Kronen oder Veneers müssen später erneuert und farblich abgestimmt werden
    - Der Patient ist darüber zu informieren, dass der Bleicheffekt nicht vorhersehbar ist und die Länge der Behandlung individuell variiert
    - Es ist darauf aufmerksam zu machen, dass es wahrscheinlich früher oder später zu einem Nachdunkeln kommen wird und eine erneute Behandlung erforderlich sein kann
- Beurteilung der Verfärbung
- Entfernung harter und weicher Zahnbeläge – professionelle Zahnreinigung
- Bestimmung der aktuellen Zahnfarbe vor Beginn der Behandlung mit einem passenden Farbschlüssel
- Fotodokumentation für Verlaufskontrolle
- Anlegen von Kofferdam oder anderen Gingivalprotektoren
- Abdichten vorhandener Füllungen
- Patienten mit Schutzbrille versorgen
- Aufbringen des Bleichmittels
- Vorgeschriebene Einwirkdauer beachten und wiederholen des Vorganges laut Gebrauchsanweisung
- Auftragen von neutralisierendem Natriumbicarbonat-Gel zwischen den Vorgängen
- Entfernung des Bleichmittels
- Abnahme von Kofferdam und Entfernung von etwaigen Füllungsabdichtungen
- Abschluss mit Politur sowie Fluoridapplikation für mehrere Tage
- Eventuell definitive Versorgung der betreffenden Zähne mit Komposit oder Veneers [6,12]

5.1.2 Home-Bleaching

Home-Bleaching ist eine komfortable und schonende Arte Zähne aufzuhellen und erfolgt zuhause. Mittels individuell angefertigten Schienen wird das Bleichgel über einen längeren Zeitraum und in mehreren Anwendungen appliziert. Hierbei geht es um die Behandlung verfärbter, ausschließlich vitaler Zähne aufgrund des ästhetischen Bedürfnisses des Patienten. Indikationen sind leichtere homogene Verfärbungen. Hartnäckigere Verfärbungen bedürfen einer Vielzahl an Anwendungen oder sollten besser durch eine In-Office-Behandlung direkt beim Zahnarzt aufgehellt werden [4,6,7,11].

5.1.2.1 Schrittweises Prozedere des Home-Bleachings

- **Anamnese und Behandlungsplan**

Im Rahmen einer Kontrolluntersuchung beim Zahnarzt werden Anamnese und Zahnstatus erhoben. Etwaige kariogene Defekte müssen ausgeschlossen bzw. behoben werden. Danach wird Grad, Ausdehnung und Ursache der Verfärbung anhand der Vita-Skala bestimmt und dokumentiert.
Eine Fotodokumentation wird empfohlen. Es folgt die Festlegung der Wunschfarbe des Patienten. Weiters erfolgt eine ausführliche Aufklärung über die Nachteile des Verfahrens. Ein sicheres Ergebnis kann nicht vorhergesagt werden. Die Anzahl der Anwendungen kann nicht genau prognostiziert werden. Während der Behandlung ist mit Hypersensibilitäten, wie Kälte- und Hitzeempfindlichkeit, zu rechnen. Der Patient muss darüber aufgeklärt werden, dass nur natürliche Zahnhartsubstanz gebleicht werden kann, etwaige Füllungen, Kronen oder Veneers müssen später erneuert und farblich abgestimmt werden [4,6,7,11].

Abbildung 17: Vita-Skala zur Ermittlung der Zahnfarbe. Übernommen von: http://www.blancone.it/tedesco/domandeted/scaladenti.png. Bezogen am 02.08.2012.

- **Professionelle Zahnreinigung und Abdrucknahme**

Vor Beginn der Behandlung ist eine professionelle Zahnreinigung durchzuführen. Dabei werden harte sowie weiche Zahnbeläge entfernt, die Zahnzwischenräume gereinigt, alle Zähne poliert und anschließend mit Fluorid versorgt.

Abbildung 18: Professionelle Zahnreinigung mittels Polierpasten absteigenden RDA-Wertes. Übernommen von: http://www.gesundezaehne24.de/wp-content/uploads/2010/09/professionelle-zahnreinigung.jpg. Bezogen am: 02.08.2012.

Danach wird ein Alginat-Abdruck von Ober- und Unterkiefer angefertigt. Um einen perfekten Abdruck herzustellen, müssen die Zahnreihen penibel getrocknet werden. Bei Patienten mit ausgeprägtem Würgereiz wird zuerst der Oberkiefer abgeformt. Dabei ist zu beachten, dass der Patient eine aufrechte Position am Stuhl einnimmt und Nasenatmung forciert wird. Um den Würgereiz nicht zu fördern, wird empfohlen den Abformlöffel nicht bis ganz hinten mit Alginat zu befüllen. Somit kann verhindert werden, dass ein Überschuss an Alginat das Velum palatini reizt. Nach Härten des Alginats wird der Löffel unter Schutz des Gegenkiefers entfernt und auf Qualität (vor allem korrekt dargestellte Zahnfleischränder) geprüft. Anschließend ist der für den Patienten angenehmere Unterkieferabdruck durchzuführen.

Abbildung 19: Abformlöffel in verschiedenster Ausführung. Übernommen von: http://www.checkdent.net/dental-blog/wp-content/uploads/2011/02/abdruckl%C3%B6ffel.jpg. Bezogen am: 02.08.2012.

Abbildung 20: Im Alginat abgeformtes Kiefer. Übernommen von: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Zahnabdruck_2012_PD_01.JPG. Bezogen am: 02.08.2012.

- **Herstellung des Gips-Modells**

Der Alginat-Abdruck wird nun mit Gipsmasse am Rüttler ausgegossen. Nach der Aushärtung werden eventuelle Luftblasen und Unebenheiten mit einem Skalpell entfernt und das Modell bis auf den Zahnkranz getrimmt.

Abbildung 21: Ausgießen des Abdrucks am "Rüttler". Übernommen von: http://www.checkdent.net/dental-blog/wp-content/uploads/2011/02/alginat-300x225.jpg. Bezogen am: 10.08.2012.

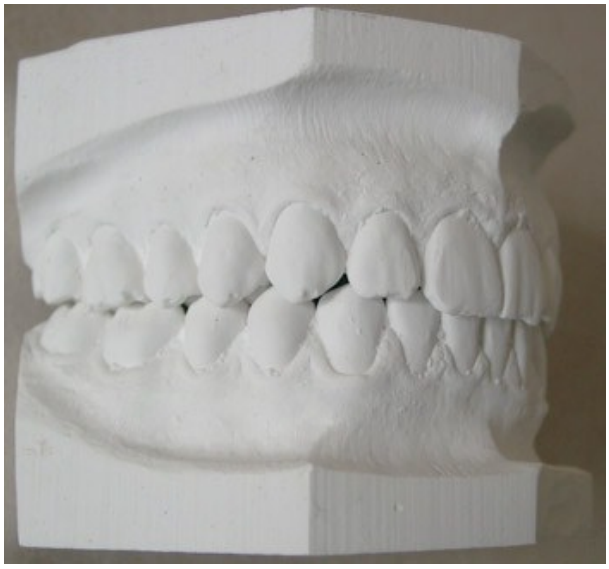


Abbildung 22: Fertiger Gipsabdruck. Übernommen von: http://www.blens.de/modell_seite.jpg. Bezogen am: 10.08.2012.

- **Herstellung der Tiefziehschiene**

Die Schienen werden im Labor aus Polyethylen-Folien hergestellt, die unter Vakuum und Hitze auf das Modell tiefgezogen werden. Zuvor werden die zu bleichenden, bukkalen Flächen auf dem Gipsmodell mit 1-2 mm dicken lichtpolymerisierbarem Kunststoff bedeckt. Diese Beschichtung ermöglicht die Bildung eines Reservoirs für Gel. Dadurch wird gewährleistet, dass eine größere Menge des Bleichmittels mit den Zähnen in Kontakt kommen kann. Die aufgetragene Kunststoffschicht sollte 1-2 mm vor dem Zervikal- bzw. Okklusalbereich enden, um eine bessere Abdichtung zu erreichen. Zudem ist es empfehlenswert die Interdentalbereiche mit Kunststoff auszufüllen. Damit können unnötige Rauigkeiten in der Schiene und infolge mögliche Gingivairritationen verhindert werden. Die Kanten der Schiene sollten vollkommen glatt zugeschnitten werden. Dazu eignet sich besonders eine Federschere [4,6].

Abbildung 23: Reservoirbildung für das Bleaching-Gel durch Kunststoff. Übernommen von: http://www.hoefelsauer.at/sites/default/files/medbilder/Bleichen%203.jpg. Bezogen am: 14.08.2012.

Abbildung 24: Schienenherstellung mittels Vakuum und Hitze. Übernommen von: http://scheu-dental.info/t3-web/fileadmin/user_upload/video/Schienenherstellung.jpg. Bezogen am: 14.08.2012.

- **Anwendung der Schiene**

Jedes Präparat sollte genau nach Angaben des Herstellers angewendet werden, und es gilt die Empfehlung, die erste Anwendung in der Zahnarztpraxis durchzuführen. Dieses Vorgehen gibt dem Patienten Sicherheit und gewährleistet einen professionellen, fehlerfreien Ablauf.
Die Tragezeit variiert von 30 Minuten bis zu 8 Stunden, abhängig vom gewählten Bleichmittel und Hersteller. Essenziell ist dabei die Menge an Carbopol, die einerseits die Viskosität erhöht und andererseits den Wasserstoffperoxid-Abbau bei Speichelkontakt verzögert.
Bei täglicher Anwendung kann in 80% der Fälle von ersten Ergebnissen nach 3 bis 4 Tagen berichtet werden. Allgemein wird allerdings empfohlen, nach jedem „Bleaching-Tag“ einen Tag die Behandlung auszusetzen.
Um Hypersensibilitäten entgegen zu wirken, sollte der Patient fluoridhaltige Mundspüllösungen, Zahnpasten und Gele anwenden. Reagiert der Patient während der Behandlung mit einer Zahnüberempfindlichkeit ist es möglich, die Schiene mit Fluoridgel aufzufüllen und über Nacht zu tragen. Anschließend kann die Behandlung, wie üblich fortgesetzt werden. Empfehlenswert ist auch der Gebrauch von GC Tooth Mousse™, das die Remineralisation fördert und desensibilisierend wirkt [6].

Abbildung 25: Befüllen der Reservoirs mit Bleaching-Gel. Übernommen von: http://www.forouzan.ch/portals/1/Images/bleach/Opalescence%20in%20die%20Schiene.jpg. Bezogen am: 18.08.2012.

Abbildung 26: Anbringen der Schiene. Übernommen von: http://www.forouzan.ch/portals/1/Images/bleach/Bleichschiene%20auf%20die%20Z%C3%A4hne.jpg. Bezogen am: 14.08.2012.

- **Recall**

Eine Nachkontrolle sollte 2-3 mal in 6 Monaten erfolgen und die Entfernung harter und weicher Zahnbeläge einschließen. Das Home-Bleaching sollte im Allgemeinen als eine Kombination aus vorbereitender Plaqueentfernung, Bleichvorgang, Politur sowie Nachbehandlung gesehen werden.

5.1.3 Indikation

Das verwendete Produkt oder Verfahren variiert entsprechend der Indikation. Bei leichten bis mittelschweren Verfärbungen die nur geringfügige Verbesserung erfordern sind „Home-Bleaching“-Verfahren mit niedrigen Konzentrationen zu empfehlen. Bei stärkeren Verfärbungen, wie beispielsweise Tetrazyklinverfärbungen, die eine deutliche Farbverbesserung verlangen, sind Bleichverfahren mit höheren Konzentrationen in der Zahnarztpraxis zu bevorzugen [6].

Zahnverfärbung, verursacht durch:

- Ablagerung durch Nahrungsmittel, Getränke und Tabak mit Penetration in die Zahnsubstanz
- Altersbedingte degenerative Veränderungen
- Tretrazyklinverfärbungen (ersten und zweiten Grades), Minocyclin-Medikamentation
- Fluorosis, vor allem braune Pigmentierung
- Pulpennekrose und/ oder endodontische Behandlung
- Maskierung von Schmelzdefekten
- Genetisch bedingte (angeborene) dunkle Zähne
- Aufhellen von verfärbten Zähnen vor restaurativen und/ oder prothetischen Maßnahmen, wie beispielsweise Veneers

5.2 Internes Bleichen

Unter internem Bleaching versteht man das Aufhellen von Zähnen, die aufgrund einer Wurzelbehandlung verfärbt sind. Hierbei handelt es sich um das Aufhellen von devitalen Zähnen.

5.2.1 Indikationen

- Pulpanekrose durch mikrobielle, mechanische und chemische Noxen
- Pulpablutung bei Trauma, Vitalamputation und Vitalexstirpation
- Zurückgebliebenes nekrotisches Pulpagewebe in den Pulpahörnern
- Endodontische Materialien (Guttapercha, Jodoformpaste, Sealer,..)
- Füllungsmaterialien (Amalgame)
- Dentinverfärbungen
- Verfärbungen, die durch externes Bleichen nicht erreicht werden
- In früher Jugend verabreichte Tetrazykline [13]

Man unterscheidet einerseits die „Walking-Bleach“-Methode und andererseits das thermokatalytische Bleichen. Mittel der Wahl ist die „Walking-Bleach“-Methode.

5.2.2 Präparate

- Aqua dest. und Natriumperborat (bestes Kosten-Nutzen-Verhältnis)
- 3%iges Wasserstoffperoxid und Natriumperborat (keine Vorteile im Vergleich zu Aqua dest.)
- 10%iges Carbamidperoxid
- (beim thermokatalytischen Bleichen: 30-35%iges Wasserstoffperoxid+Perborat)

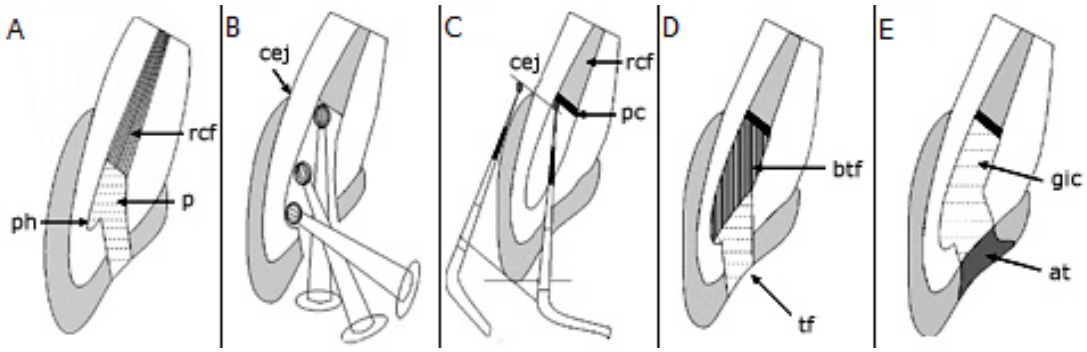
5.2.3 Systematik der Walking-Bleach-Methode

Behandlungsschritt	Behandlungsmittel	Behandlungsmodus/ -ziel/ -bedingungen
1. Anamnese		Ausschluss von Parafunktionen
2. Aufklärung der Patienten		Hinweis auf Nachdunkeln, Überbleichung, Versprödung, Frakturisiko
3. Kontrolle der Wurzelkanalfüllung	Kontrollröntgen	Revision der Wurzelkanalfüllung bei periapikalem Befund und unzureichender Qualität
4. Inspektion der Zahnhartsubstanz		Vorliegen ausreichender Stabilität erforderlich
5. Farbbestimmung	• Farbring • Foto • Karteikarte	
6. Absolute Trockenlegung	• Kofferdam • Zubehör	Schutz des Patienten vor Bleichmittel, Aspiration, Verschlucken
7. Entfernung der definitiven Füllung und Freilegung der Zugangskavität	• Turbine • Mikromotorwinkel-stück	
8. Reduktion der Wurzelkanalfüllung	Langschaftrosenbohrer	Kürzung um 1-2 mm unter Schmelz-Zement-Grenze
9. Reinigung und Trocknung der Zugangskavität	• NaOCl 1-3% • Lösungsmittel • Alkohol 70% • Wattepellet	Auflösung möglicher nekrotischer Pulpareste, Entfernung von überflüssigem Sealer

10. Abdeckung der Wurzelkanalfüllung	• GIZ • Komposit	Ende der Barriere in Höhe des Gingivarands, Schutz des Parodonts vor Bleichmittel
11. Anmischen des Bleichmittels	• Natriumperborat • Aqua dest. oder H_2O_2 3% • Anrührspatel	Anrühren zur Konsistenz „feuchten Sands“ – Natriumperborat : Wasser = 2 : 1
12. Applikation des Bleichmittels	• Füllspatel • Wattepellet	Andrücken des Bleichmittels
13. Provisorischer Verschluss	• Watte-/ Schaumstoffpellet • GIZ • Komposit	Dichter Verschluss unabdingbar
14. Bestrahlung des Zahnes	Lichtpolymerisationsgerät	Bestrahlung von bukkal zur Beschleunigung des Bleichvorgangs
15. Wiederholung des Bleichvorgangs	Siehe 6., 11., 12., 13., 14.	In Abhängigkeit vom Bleicheffekt
16. Alkalisierung des Kronenkavums	$Ca(OH)_2$	Für 14 Tage vor der definitiven Füllung
17. Definitive Versorgung	Kompositfüllung	Randdichte!
18. Kontrolle		Nach 6 Monaten, 1 Jahr und 4 Jahren, frühzeitige Erkennung von externen Resorptionen und Kontrolle des Bleicheffekts

Tabelle 5: Systematik der Walking-Bleach-Methode. In Anlehnung an Rotstein 1998, Geurtsen 2000, Peters 2001, Hülsmann 2008. Übernommen von: Klimm. Endodontologie. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag; 2003. Modifiziert am: 20.04.2012.

Abbildung 27: Internal Bleaching eines devitalen Zahnes. Übernommen von: http://www.drstaschke.de/upload/images/bleichen.jpg. Bezogen am 25.04.2012.



A) rcf = Wurzelkanalfüllung; ph = Pulpenhorn; p = Phosphatzement im Pulpenkavum

B) Ausschachten des Kronenpulpenkavums mit einem Rosenbohrer bis zur Schmelz-Zement-Grenze (cej)

C) Abdeckung der Wurzelkanalbehandlung mit Phosphatzement (pc); mit Paro-Sonden wird die Tiefe der Kavität gemessen, um sicher zu gehen, dass die Ausdehnung der Kavität der Distanz von der Schneidekante bis zum bukkalen Gingivalrand entspricht

D) Schematische Darstellung der Bleicheinlage (btf); die Neutralisationseinlage mit Kalziumhydroxid wird in gleicher Form durchgeführt

E) Definitive Füllung mit Glasinomerzement in Pulpenkavum sowie Säureadhäsivtechnik im Schmelzbereich

Abbildung 28: Schematischer Ablauf des Internal Bleachings. Übernommen von: http://www.zwp-online.info/ressources/downloads/CosmeticDentistry/Web_internal_Bleaching_3.jpg. Modifiziert am 25.04.2012.

5.3 Mikroabrasion

Aufgrund der Vollständigkeit möchten wir hier auch auf die Methode der Mikroabrasion eingehen. Mit dieser Methode können exogene Verfärbungen, wie durch Kaffe, Tee, Tabak sowie mit Schmelzhypoplasien assoziierte Flecken nicht selektiv entfernt werden. Bei tiefliegenden Verfärbungen ist diese Art des Bleichens wirkungslos [6,14].

Mithilfe von starken Säuren (18%ige Salzsäure oder 37%ige Phosphorsäure) und Abrasionspartikeln wird ein Abtrag der oberflächlichen Schmelzschichte erreicht. Diese Methode kann auch in Verbindung mit chemischen Bleichverfahren eingesetzt werden. Zu erwähnen ist, dass sich die Mikroabrasion als Bleichverfahren in Europa nicht überall etabliert hat [6,14].

Bei der Schmelzmikroabrasion wird eine Mischung aus niedrig konzentriertem Salzsäure-Gel, einem speziellen Abrasivstoff und einem 10%igen Wasserstoffperoxid-Gel verwendet. Diese wird mit einem Gummikelch mittels Winkelstück mit reziproker Drehbewegung pro Zahn fünf Sekunden lang aufgebracht. Anschließend werden die Zähne mit Wasser abgespült und mit einem neutralisierenden Natrium-Bicarbonat-Gel versorgt. Abgeschlossen wird die Behandlung mit einer ausgiebigen Politur mit Polierpasten mit absteigenden RDA-Werten, um eine natürliche, glatte und glasartige Textur zu erreichen. Dadurch wird ein leichtes Anlagern von neuen Farbstoffen verhindert. Durch die kurze Applikationszeit und die geringe Konzentration ist ein Gingivaschutz nicht zwingend erforderlich, kann bei Bedarf jedoch angewandt werden. Der Schmelzverlust ist sehr gering und beträgt nur wenige Mikrometer [6,14].

Abbildung 29: Applikation mittels Gummikelch. Übernommen von: http://www.dr-ingelmann.de/pic/z-polierpaste.jpg. Bezogen am 20.08.2012.

Bei endogenen Verfärbungen, wie „white spots“, muss eine bestimmte Schmelzdicke mechanisch oder chemisch entfernt werden. Daher wird für diese Behandlung eine stärkere Mischung verwendet (18%iges Salzsäure-Gel, Bimssteinpulver und 10%iger Wasserstoffperoxid). Der Ablauf hierfür ist weitgehend gleich wie bei der Entfernung der exogenen Verfärbungen. Hervorzuheben ist, dass aufgrund der aggressiveren Konzentrationen ein Gingivaschutz und eventuell Lippenretraktoren zu empfehlen sind [6,14].

Abbildung 30: Indikation für Mikroabrasion: „white spots“. Übernommen von: http://www.dr-michael-doerner.de/CMS/images/Whitespot-5-350x225.gif. Bezogen am: 22.08.2012.

Abbildung 31: Lippenretraktor. Übernommen von: http://www.kerrdental.de/media/Products/ProductFamily/395/de-DE/Images/55214/OptiView-picture-3.jpg. Bezogen am 22.08.2012.

Touati, Miara, Nathanson [6] haben das Ausmaß des Schmelzverlusts und die Permeabilität des Schmelzes, wie bei der Mikroabrasion angewandt, unter dem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Wirkung abhängig von der Säurekonzentration sowie der Applikationsdauer ist und der Substanzverlust des Schmelzes im ein bis zweistelligen Prozentbereich liegt. Der Abtrag begrenzte sich nur auf den behandelten Schmelzbereich und drang auch nicht weit genug ein, um das Dentin zu schädigen. Schon 1983 publizierten Baumgartner et al. [6], dass die Anwendung einer Kombination von 36%iger Salzsäure und 30%igem Wasserstoffperoxid keine Pulpaschädigung hervorruft [6,14].

6 Die Gewebeverträglichkeit, Nebenwirkungen und Risiken von Bleichmitteln

Zu den möglichen Risiken eines Zahnbleachings zählt die Irritation des Zahnnervs beim Bleichen vitaler Zähne. Aufgrund der Dehydration des Schmelzes, besonders bei thermokatalytischem Bleichen mit hohen Konzentrationen, kann der Zahn schon während und einige Zeit danach kälte- und schmerzempfindlicher als sonst reagieren. Diese Erscheinungen sind jedoch meist temporär und klingen einige Tage nach der Behandlung ab. Besondere Vorsicht ist beim Aufhellen von Zähnen mit Schmelzdysplasien, Rissen, Furchen und tiefen Fissuren geboten. Diese bieten den verwendeten Substanzen eine leichtere Penetrationsmöglichkeit des Zahnschmelzes und des Dentins, wodurch eine Pulpaschädigung hervorgerufen werden kann. Im Rahmen rein kosmetischer Behandlungen, ist die Frage der Toxizität des Bleichmittels von großer Bedeutung. In Tierversuchen ist es gelungen, einen dosisabhängigen zytotoxischen Effekt von H_2O_2- und carbamidperoxidhaltigen Bleichgelen nachzuweisen. Es wurden histologisch nachweisbare Pulpareaktionen in Form einer Leukozyteninfiltration festgestellt. Die mitunter eingesetzten Bleichlampen können zu einer Erhöhung der Penetrationsfähigkeit von Wasserstoffperoxid führen und somit eine Entzündung hervorrufen oder verstärken [4,5,6,14].

Durch Bleaching können den Zähnen Mineralien entzogen werden, dies zieht sowohl eine Demineralisierung als auch einen vorübergehenden Abbau der Protein-Pellikel nach sich, was die Resistenz des Schmelzes wiederum reduziert. Daraus können vermehrt oder gänzlich überdeckend weiße Flecken resultieren, die sich in der Regel jedoch in den Tagen nach der Behandlung wieder normalisieren [4,5,6].

Beim internen Bleichen kann die Zahnstruktur geschwächt werden. Die Brüchigkeit des Zahnes kann sich steigern und das Risiko eines Traumas erhöht werden. Weiters können externe Resorptionen, Wurzelresorptionen sowie parodontale Läsionen folgen.
In einigen Studien wird auch eine verminderte Komposithaftung diskutiert und beschrieben. Der verringerten Haftung adhäsiver Restaurationen kann man durch Verwendung eines katalase- oder natriumascorbathaltigen Lösungsmittels oder einer Wartezeit von mindestens einer Woche bis zum Legen einer Kompositfüllung begegnen. Deshalb ist eine umgehende Aufklärung über Risiken und Nebenwirkungen vor Behandlungsbeginn zu leisten, sowie zu überprüfen, dass eine suffiziente Wurzelkanalfüllung vorliegt [4,5,6,14].

Abbildung 32: Wurzelresorption. Übernommen von: http://www.badenzahnarzt.ch/pics/beispiel14/pic03.jpg. Bezogen am: 28.08.2012.

Beim Kontakt des Bleichmittels und der Schleimhaut besteht die Gefahr der Schleimhautirritationen bis hin zu schwereren Schädigungen. Sie umfassen Entzündungen mit erhöhter Kapillarpermiabilität, Ödembildung, Infiltrate, Endothelzelldefekte bis hin zu Nekrosen. Zudem wird geschätzt, dass beim Zahn-Bleaching etwa 25% des Bleachinggels verschluckt werden. Diese Gefahr besteht besonders bei Anwendung nicht exakt angepasster Schienen, wie beim Home-Bleaching mit standardisierten Trays. Daraus können Schleimhautreizungen im Mund- und Rachenraum sowie im Magen resultieren. Im Normalfall dichten die Bleaching-Schienen sehr gut ab - obenstehende Schätzung geht von der typischen Überdosierung des Bleachinggels durch den Heimanwender aus. Im Rahmen des In-Office-Bleachings kann das Verschlucken durch kontinuierliches Absaugen des Speichels präventiv vermieden werden. Die schädigende Wirkung von Wasserstoffperoxid auf das Weichgewebe ist unumstritten, daher folgt die Notwendigkeit, einen entsprechenden Kontakt zu vermeiden, immer gründlich abzuspülen, zu neutralisieren und entsprechend nachzukontrollieren [5,6,14].

Beim Zusammenfassen verschiedener In-vitro- und In-vivo-Studien ist davon auszugehen, dass bei Konzentrationen unter 37% H_2O_2 und Temperaturen von weniger als 40° Celsius eine Schädigung der Zahnhartgewebe und der Pulpa in den meisten Fällen reversibel ist [6].
Ob ein wiederholtes Anwenden einer Bleichtherapie eine Verstärkung der Nebenwirkungen bewirkt, ist nicht endgültig geklärt. Um kein zusätzliches Risiko einzugehen, sollten Bleichvorgänge erst nach Rücksprache mit dem behandelnden Zahnarzt wiederholt werden.
Aufgrund der noch weiten Ausdehnung der Pulpa bei jugendlichen Patienten, sollte eine Vitalbleichtherapie sinnvollerweise erst ab dem dritten Lebensjahrzehnt in Erwägung gezogen werden. Hier gelten vergleichbare Risikoabwägungen wie bei der Kronenpräparation, die im jugendlichen Alter zu erheblichen Risiken für die Vitalerhaltung der Pulpa führen kann [14].

Seit den 1990er Jahren sind zahlreiche Studien erschienen, die untersuchten, ob aufgehellte Zähne rauer, spröder oder kariesanfälliger sind. Die meisten Ergebnisse zeigten die Unschädlichkeit der Behandlung, sofern diese sachgerecht durchgeführt wurden. In Kombination mit der Fluoridapplikation oder dem Anwenden von Kaliumnitrat unmittelbar nach der Aufhellungssequenz kann der Zahn sogar kariesresistenter gemacht werden [4,5,6,14].

Abbildung 33: Fluoridlackapplikation. Übernommen von: http://www.zahnarzt-limburg-lahn.de/typo3temp/pics/c41d292f9c.jpg. Bezogen am: 28.08.2012.

7 Dauerhaftigkeit der Zahnaufhellung

Das Aufhellen der Zähne durch marktübliche Methoden kann jahrelangen Erfolg bringen, muss jedoch abhängig von der individuellen Konstitution des Patienten sowie exogenen Faktoren von Zeit zu Zeit erneuert werden, um ein gleichbleibendes Ergebnis zu erreichen. Auffrischungsbehandlungen sind meist deutlich schonender als das initiale Bleaching, da hierbei geringere Wasserstoffperoxidkonzentrationen ausreichen, um das gewünschte ästhetische Ergebnis zu erzielen [5,11,14].

Die Dauerhaftigkeit des Erfolgs ist wesentlich von der Qualität und Quantität der Mundhygiene, den Konsumgewohnheiten des einzelnen Patienten (insbesondere Kaffee, Tee, Tabak) sowie von der Tatsache abhängig, ob regelmäßig eine professionelle Zahnreinigung durchgeführt wird [5,11,14].

Abbildung 34: Mögliche Resultate bei optimaler Behandlung und Compliance. Übernommen von: http://www.checkdent.net/dental-blog/wp-content/uploads/2011/02/bleaching-300x225.jpg. Bezogen am: 30.08.2012.

8 Diskussion

Aufgrund der steigenden Anforderungen und Bedürfnisse, einem ästhetischen Auftreten gerecht zu werden, fordern immer mehr Menschen das Bleaching ihrer Zähne. Oftmals wird vom Patienten nicht auf mögliche Komplikationen Rücksicht genommen.

Aufgrund der Risiken bei unsachgemäßer Anwendung kommt der Aufklärungspflicht des Zahnarztes große Bedeutung zu. Hierbei muss eingehend auf alle Risiken hingewiesen werden. Dies gilt insbesondere für Eingriffe, die nicht in erster Linie der Heilung eines körperlichen Leidens dienen, sondern eher einem psychischen und ästhetischen Bedürfnis.

Bleaching, als kosmetischer Eingriff, ist im Allgemeinen für jeden geeignet, dessen Mundraum gesund ist, der alt genug ist und aus ästhetischen Gründen seine Zahnfarbe um einige Nuancen erhellen lassen möchte.
Bei einer leichten, vor allem altersbedingten Verfärbung, die eine geringfügige Verbesserung der Farbe erfordert, sind Home-Bleaching-Verfahren mit niedriger Konzentration eine gute Behandlungsvariante. Bei einer stärkeren und tiefergehenden Verfärbung, wie zum Beispiel pathologischen Tetrazyklinverfärbungen, die eine deutliche Verbesserung der Farbe erfordern, sollten Bleichverfahren mit höheren Konzentrationen in der Zahnarztpraxis durchgeführt werden.

Man sollte eher zurückhaltend bei der Prognose chemischen Bleichens sein und die Erwartungen nicht zu hoch ansetzen. Die genaue Wirkung bei bestimmten Verfärbungen kann nie exakt vorausgesagt werden.

Fachgerecht angewendet, unter Bedachtnahme aller Vor- und Nachteile sowie der Risiken, bieten verschiedene Bleachingmethoden eine ausgezeichnete Möglichkeit seine Zähne aufzuhellen, um seinem Schönheitsideal näher zu kommen und sein Wohlbefinden zu steigern.

9 Literaturverzeichnis

1. Schroeder H.E. Pathobiologie oraler Strukturen. Basel: Karger Verlag, 2. Auflage; 1992

2. Zahnerhaltungskunde. Ludwig-Maximilian Universität München. Bezogen am 14.11.2011 unter URL: http://www.dent.med.uni-muenchen.de/~kkunzelm/Cbt/ph3script/ph3teil1.html

3. Hellwig, Elmar, Klimek, Joachim, Attim, Thomas. Einführung in die Zahnerhaltung. München-Jena: Urban & Fischer Verlag, 2. Auflage; 1999

4. Weber, Thomas. Memorix Zahnmedizin. Stuttgart, New York: Thieme Verlag; 1999

5. Lussi, Schaffner. Fortschritte der Zahnerhaltung. Berlin: Quintessenz Verlag, 1. Auflage; 2010

6. Touati, Miara, Nathanson. Ästhetische Zahnheilkunde und keramische Restaurationen. München-Jena: Urban & Fischer Verlag; 2001

7. Lexikon der Zahnmedizin Zahntechnik. München-Jena: Urban & Fischer Verlag, 1. Auflage Version 1.0 (CD-ROM); 2000

8. Craig, Jones. Applications of Hydrogen Peroxide and Deriatives. Cambridge: Royal Society of Chemistry; 1999

9. Römpp Lexikon Chemie online. Version 3.25. Stuttgart: Thieme Verlag; 2012

10. Goor, Glenneberg, Jacobi. Ullmann´s Enzyklopädie der Technischen Chemie. Weinheim: Wiley-VCH Verlag; 2007

11. Fuchs. Bleaching Fact Sheet, Digitale Informationsbroschüre zum Thema Zahnbleaching. Bezogen am 10.04.2012 unter URL: www.bleaching-tipps.de.

12. Dentsply, Detrey: Illuminé™ Professionelles Aufhellungssystem für die Praxis, Gebrauchsanweisung

13. Klimm. Endodontologie. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag; 2003

14. Schmidseder. Farbatlanten der Zahnmedizin: Ästhetische Zahnmedizin. Stuttgart: Thieme Verlag; 2008

15. Horn, Moc, Schneider, Grillhösel, Berghold, Lindenmeier. Biochemie des Menschen. Stuttgart: Thieme Verlag, 3. Auflage; 2005

16. Wachter, Hausen. Chemie für Mediziner. Berlin, New York: de Gruyter; 2002

17. Horn, Moc, Schneider, Grillhösl, Berghold, Lindenmeier. Biochemie des Menschen. Stuttgart: Thieme Verlag; 2003

18. Jacobs. Ästhetische Zahnheilkunde. Berlin: Quintessenz Verlag; 2004