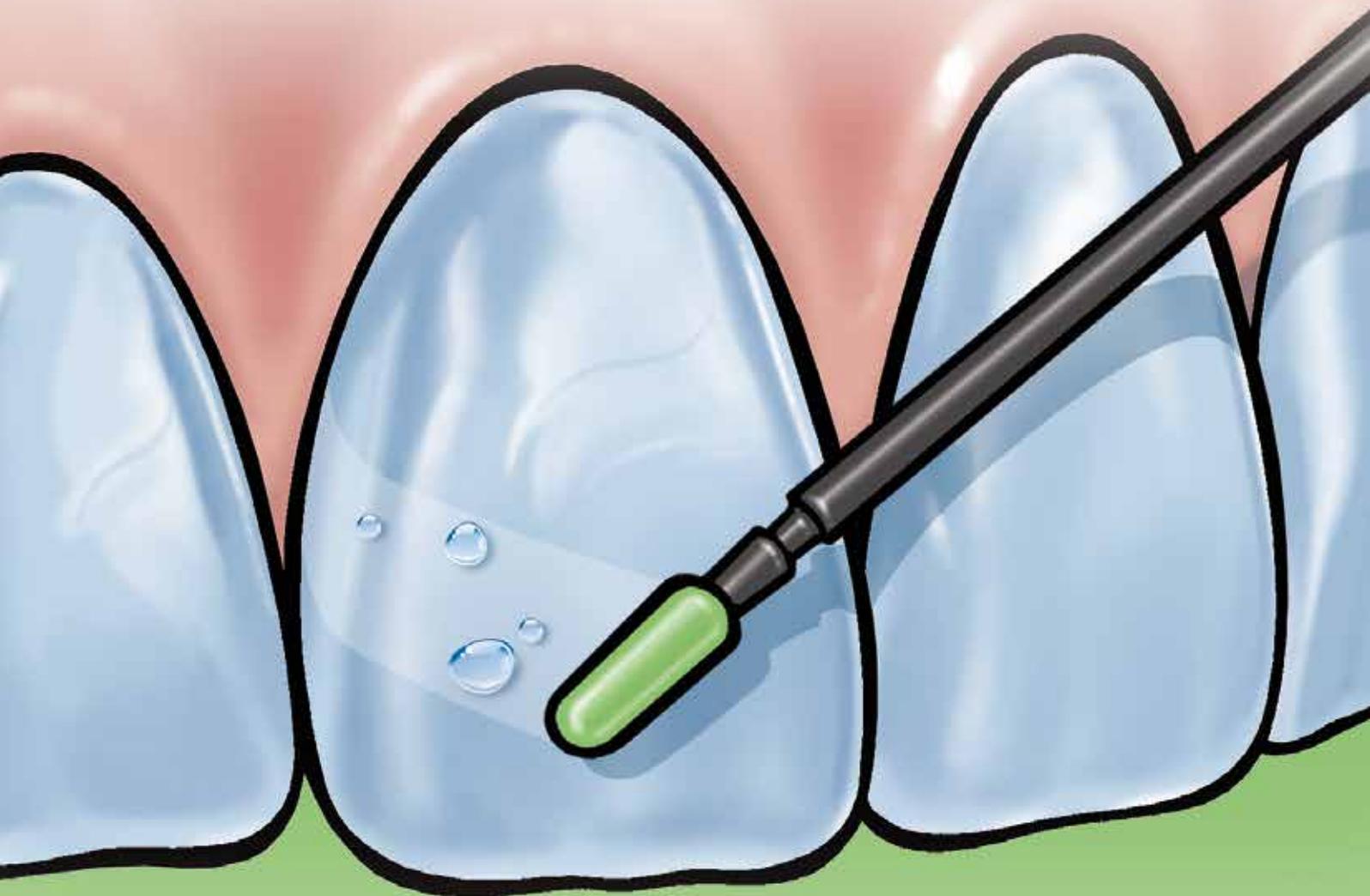


Nr. 21
Februar
2016

REPORT

Aus der Forschung und Entwicklung der Ivoclar Vivadent AG, 9494 Schaan / Liechtenstein



Dentale Lacksysteme
im Fokus


ivoclar
vivadent®
passion vision innovation

Dr. Thomas Hirt
Chief Technology Officer



Präventive und minimal-invasive Behandlungsstrategien gewinnen in der Zahnheilkunde mehr und mehr an Bedeutung. Der Einsatz wirkstoffhaltiger Lacksysteme spielt dabei eine zunehmend wichtige Rolle. Ivoclar Vivadent AG gehört zu den weltweit führenden Unternehmen in der Entwicklung und Herstellung von Dentallacken. Die innovativen Lösungen beruhen auf der jahrzehntelangen Expertise von Ivoclar Vivadent AG auf diesem Gebiet. So behauptet sich der fluoridhaltige Schutzlack Fluor Protector seit über 40 Jahren erfolgreich am Markt. Neuere Lacksysteme wie Cervitec® Plus mit Chlorhexidin, Fluor Protector S mit Fluorid oder VivaStyle® Paint On Plus zum Aufhellen der Zähne resultieren aus dieser Erfahrung und der engen Zusammenarbeit mit Zahnärzten und ihren Teams. Auch in Zukunft wird Ivoclar Vivadent AG an bedürfnis-orientierten neuen Lacksystemen entwickeln und das Know-how weiter ausbauen.

Alle erhältlichen Präparate haben zahlreiche *in-vitro* und klinische Untersuchungen sowohl intern als auch in Kooperation mit internationalen Studienpartnern durchlaufen. So weisen Lacksysteme ein breites Einsatzspektrum auf und ermöglichen die langfristige Erhaltung und eine schonende und effektive Pflege der natürlichen Zähne oder des hochwertigen Zahnersatzes aus unterschiedlichen Werkstoffen.

Im vorliegenden Report stehen verschiedene Lacksysteme hinsichtlich ihrer jeweiligen Zusammensetzung, Eigenschaften und Qualitätsmerkmale sowie deren Nutzen für die klinische Anwendung im Fokus. Ausgewählte Studienergebnisse runden den Überblick ab.

Inhalt

4 Dr. Thorsten Bock
Dentallacke: Typen und Anwendung

16 Carlo Bolis
Entwicklung von Dentallacken

34 Dr. Kathrin Fischer
Klinische Studien: Highlights

50 Dr. Gabriele David
Klinische Anwendung

Dr. Thorsten Bock
Head of Department
Adhäsive & Temporäre Materialien
Forschung & Entwicklung



Dentallacke: Typen und Anwendungen

Einführung

Lacke in technischer und medizinischer Anwendung

Als Lacke bezeichnet man Beschichtungsstoffe, die in dünner Schicht auf Oberflächen aufgetragen werden und nach chemischen oder physikalischen Veränderungen zu durchgehenden und festen Filmen führen. Durch diese feste Endform unterscheiden sich Lacke von den in Medizin und Kosmetik gebräuchlichen Salben und Cremes, die zwar ebenfalls in Schichten eingesetzt werden, dabei aber keine festen Filme bilden.

Lacke sind im täglichen Leben allgegenwärtig und sind für technische, kosmetische oder medizinische Zwecke als vielseitige Applikationsform nicht mehr wegzudenken. Je nach

Zusammensetzung und Additiven dienen Lacke vornehmlich dem Schutz oder der Dekoration von Oberflächen, können aber auch als Funktionslacke besondere Eigenschaften aufweisen. Einige Beispiele hierzu sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Je nach Anwendungszweck und Verarbeitungsbedingungen kommen Lacke in flüssiger oder pulverförmiger Form zum Einsatz. Aus dem Alltagsgebrauch bekannt sind Dispersionsfarben, die wässrige Dispersionen polymerer Partikel darstellen. Etwas spezieller, aber ebenfalls weit verbreitet, sind lösemittelgetragene Lacke auf Basis gelöster polymerer Filmbildner oder Reaktivlacke aus monomeren und präpolymeren Rohstoffen (Alkydharzlacke). Für grosstechnische Anwendungen, zum Beispiel zur Lackierung von Automobilteilen oder Möbeln, werden aus ökonomischen und ökologischen Gründen lösemittelfreie Lacke bevorzugt, die in Form flüssiger oder pulver-

Anwendung	Zweck		
	Schutz	Dekoration	Funktion
Technisch	Korrosion Wasseraufnahme Schädlingsbefall	Farbgebung Oberflächenglanz	Elektrostatische Ableitung Selbstreinigung Photokatalytische Eigenschaften
Kosmetisch	UV-Schutz (Haarlack)	Nagellack Haarlacke	Formgebung (Haarlack)
Medizinisch	Abrasionsschutz von Glasionomern Zahnhalbesensibilisierung		Fluoridlacke Antibakterielle Eigenschaften

Tabelle 1 Funktion technisch, kosmetisch und medizinisch eingesetzter Lacke

Erscheinung	Zusammensetzung	Härtung	Technische Beispiele	Zahnmedizinische Beispiele
Flüssig	Dispersion von Polymerpartikel in flüssigem Trägermedium	Physikalisch	Dispersionsfarben/ Wandfarben	Fluoridlacke
	Lösung von Polymeren in Lösemittel	Physikalisch	Holzlacke Stahlschutzlacke Schiffslacke	Fluoridlacke Antibakterielle Lacke
	Reaktive Vorstufen in Lösemittel 1-Komponenten- und 2-Komponenten-Systeme auf Isocyanat- oder Epoxybasis	Chemisch	Holzlacke Stahlschutzlacke Autolacke	Fluoridlacke Desensibilisierungslacke
	UV-/lichthärtende Monomermischungen oder -lösungen	Chemisch	Möbellacke	Schutzlacke Fluoridlacke
Fest	Pulverlacke	Physikalisch und chemisch	Autolacke Coil-Coatings	Keine bekannt

Tabelle 2 Gängige Lacksysteme in technischer und zahnmedizinischer Anwendung

förmiger Formulierungen eingesetzt werden. Eine kurze Übersicht gängiger Lacksysteme bietet Tabelle 2.

Unabhängig vom Lacktyp, Erscheinungsbild oder Einsatzzweck enthalten alle Lacke Filmbildner, die dem Lack nach der Aushärtung das gewünschte Mass an mechanischer Festigkeit

und Persistenz auf der Oberfläche verleihen [1]. Diese Filmbildner, ihre Aushärtung und Interaktion mit der Oberfläche, Umgebungsbedingungen sowie den übrigen Lackkomponenten bestimmen massgeblich die Eigenschaften eines Lackes.

Komponente	Funktion	Beispiel
Filmbildner	Schichtbildung auf Oberflächen Mechanische Beständigkeit Einbindung/retardierte Freisetzung von Funktionsadditiven	Polymere (Cellulosederivate, Polyvinylverbindungen, Styrol-Butadien-Acrylat-Copolymere, Polyacrylate, Polyurethane, Polyamide...) Reaktive Monomere (Epoxyde, Isocyanate, Acrylate, Leinöle...) Nichtreaktive niedermolekulare Verbindungen (diverse Koniferenharze)
Lösemittel	Oberflächenbenetzung Homogenität Handhabung	Wasser Organische Lösemittel (Ethanol, Butanol, Aceton, Methyl-ethylketon, Butylacetat, Methoxypropylacetat, Xylol...)
Reaktivverdünner		Dünnflüssige Monomere (Styrol, 2-Ethylhexylglycidylether, HEMA...)
Pigmente/Farbstoffe	Farbgebung	Pigmente (Titandioxid, Eisenoxid...) Farbstoffe
Funktionelle Additive	Verlaufshilfe, Netzmittel Elektrostatische Ableitung Fluoridquelle Keimkontrolle	Verlaufshilfe, Netzmittel (meist hochsiedende Lösemittel oder Reaktivverdünner) UV-Schutz (Triazine, Benzophenonderivate) Fluoridquellen (Metallfluoride, Ammoniumfluorid, Fluorsilane, Fluoridglas) Keimkontrolle (Chlorhexidin, Thymol, Benzalkoniumchlorid, Octenidin)
Geruchs-/Geschmacksstoffe	Verbesserung von Geruch und Geschmack	Diverse

Tabelle 3 Lackkomponenten

Neben den Filmbildnern enthalten Lacke je nach Anforderung und Einsatzzweck Lösemittel, Reaktivverdünner, Pigmente, Farb-, Geruchs- oder Geschmacksstoffe sowie funktionelle Additive. Eine angesichts der Vielzahl von Anwendungszwecken und -gebieten zwangsläufig unvollständige Liste der Lackbestandteile gibt Tabelle 3.

Die für medizinische und kosmetische Anwendungen präferierten Flüssiglacke werden in die Haupttypen „physikalisch härtende“ und „chemisch härtende“ Systeme unterteilt. Je nach Lackbasis ergeben sich weitere Unterteilungen, wie zum Beispiel ein- oder mehrkomponentig, licht-, selbst- oder oxidativ-härtend, Isocyanat-, Epoxy-, Acrylat-basierend usw. Für eine weiterführende Liste sei auf die gängige Fachliteratur verwiesen [1].

Lacksysteme in der Zahnheilkunde

In der Zahnmedizin gebräuchlich sind ausschliesslich Flüssigsysteme auf Wasser- oder Lösemittelbasis, da diese eine leichte, schnelle und zuverlässige Applikation auf die zu behandelnde Oberfläche ermöglichen. Sieht man von Nischenanwendungen ab (z.B. weiss-pigmentierte Lacke zur kurzzeitigen Zahnaufhellung [2]), werden in der Zahnmedizin Lacke zur topischen Applikation und retardierten Freisetzung wirksamer Verbindungen (z.B. Fluoridverbindungen, Chlorhexidin, Bleichmittel), sowie als mechanisch wirksame Schutzlacke eingesetzt. Die Lackschicht übernimmt hier die Funktion einer Matrix, die eine langsame Freisetzung von Wirkstoffen wie Fluoridverbindungen, antibakteriellen Verbindungen oder oxidativen Bleichmitteln auf der Zahnoberfläche ermöglicht.

Es gibt einige prinzipielle Anforderungen an Dentallacke, die einen sicheren Gebrauch und Behandlungserfolg garantieren sollen. Wichtig für den Anwender ist die homogene Beschaffenheit ohne Phasenseparation oder unlösliche

Bestandteile, die techniktolerante und schnelle Verarbeitbarkeit mit üblichen Hilfsmitteln, die Biokompatibilität und die gute Lagerfähigkeit.

Die Lackhaftung auf einer Oberfläche wird von den physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Phasengrenze bestimmt. Die Haupteinflussgrössen sind die Benetzung der Oberfläche und adhäsionsfördernde Wechselwirkungen zwischen Zahn und Lack durch zum Beispiel polare Gruppen oder Haftgruppen auf dem Filmbildner. Auf mikrostrukturierten Oberflächen wie demineralisiertem Schmelz [3] kann eine chemische Adhäsion durch die mechanische Retention des Lackes verstärkt werden. Eine schematische Darstellung der chemischen und mechanischen Haftmechanismen von Lacken auf Zahnhartsubstanz ist in Abbildung 1 gezeigt.

Die Benetzung des Substrates durch den flüssigen Lack ist für eine Beschichtung zwangsläufig gefordert und wird bestimmt vom Verhältnis der Oberflächenspannungen von Lack und Untergrund. Die Oberflächenspannung des Zahnes wird von seiner Oberflächenbeschaffenheit (intakt, demineralisiert,

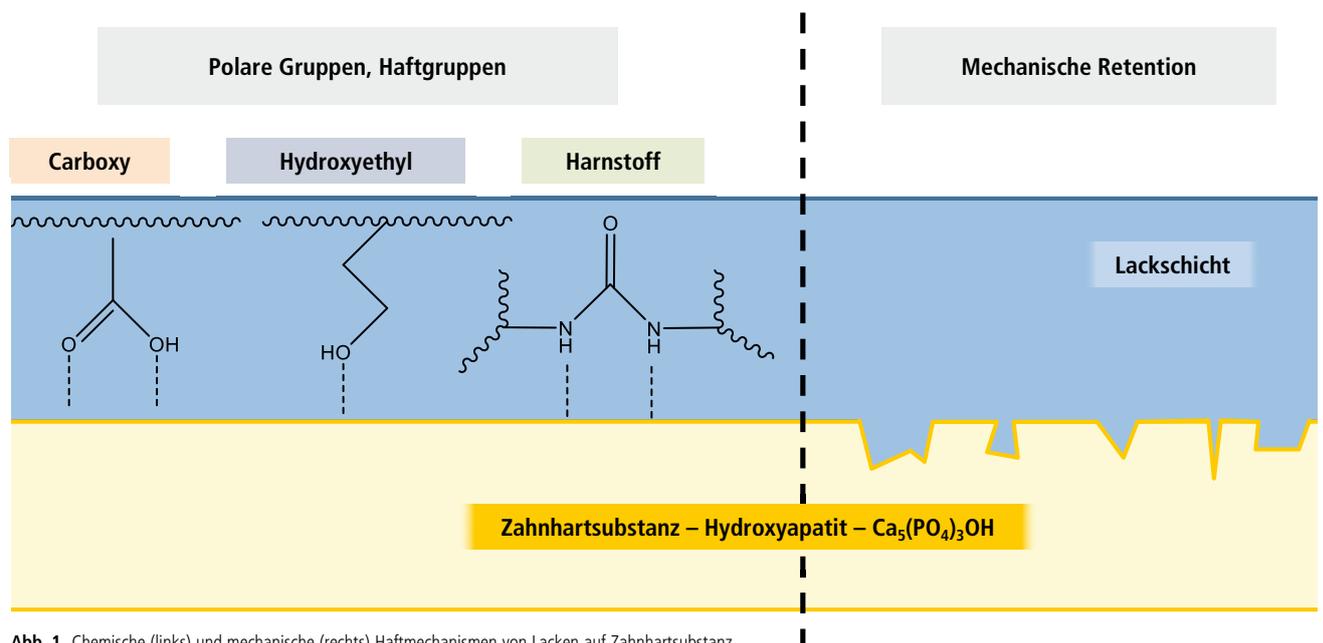


Abb. 1 Chemische (links) und mechanische (rechts) Haftmechanismen von Lacken auf Zahnhartsubstanz

poliert) und eventuell vorhandenem Pellikel oder Plaque bestimmt [4]. Im Lack entsteht Oberflächenspannung durch starke, üblicherweise polare, Wechselwirkungen der Lackbestandteile untereinander. Eine hohe Oberflächenspannung des Lackes macht ein Anfließen auf z.B. sehr rauen Oberflächen energetisch ungünstiger. Ist die Oberflächenspannung des Lackes deutlich höher als die des Substrates wird keine Benetzung erfolgen, da die anziehenden Wechselwirkungen der Lackteilchen untereinander nicht überwunden werden können.

Die Anziehung der Grenzflächen fester Phasen wird als Adhäsion bezeichnet und ist als Kraft pro Fläche definiert. Die Adhäsion führt zu der üblicherweise gemessenen „Haftung“, welche allgemein die zur Herbeiführung eines Bruches nötige Kraft pro Fläche darstellt. Die chemischen Gesichtspunkte der Adhäsion werden bestimmt von oberflächenaffinen Gruppen der Filmbildner, wie z.B. Säuregruppen und anderen polaren oder chelatisierenden Gruppen (Abbildung 1). Wegen der Polarität der Zahnhartsubstanz ist die Anbindung polarer Filmbildner auf Polymerbasis, wie Cellulosederivaten, Polyharnstoffen und Polyacrylaten generell gut. Aber auch die niedermolekularen Koniferenharze weisen polare Gruppen auf, die eine ausreichende Kompatibilität von Zahn und Lack erlauben.

Die mikromechanische Retention von Lacken auf Zahnhartflächen tritt bei demineralisierten und damit porösen oder rauen Oberflächen zu Tage. Sie wird, wie aus Abbildung 1 ersichtlich, bestimmt durch das Mass der Infiltration der retentiven Strukturelemente und damit durch die Benetzung der Zahnhartsubstanz. Naturgemäss sind niederviskose Lacke mit geringerer Oberflächenspannung hier im Vorteil und können diesen Verbundmechanismus besser nutzen.

Die Trennung von chemischem und mechanischem Beitrag zur Haftung ist in der Praxis nicht möglich, weil Filmbildner mit hoher chemischer Affinität zum Substrat üblicherweise auch die Benetzung und damit die mechanische Retention verbessern. Generell führen harte oder mindestens zähelastische Lacke zu einer besseren mechanischen Belastbarkeit und Haftung als

sehr weiche Schichten. Die Aushärtung eines Lackes ist somit ein wichtiger Schritt in der Bildung einer adäquat haftenden Schicht.

Mechanismen der Lackhärtung

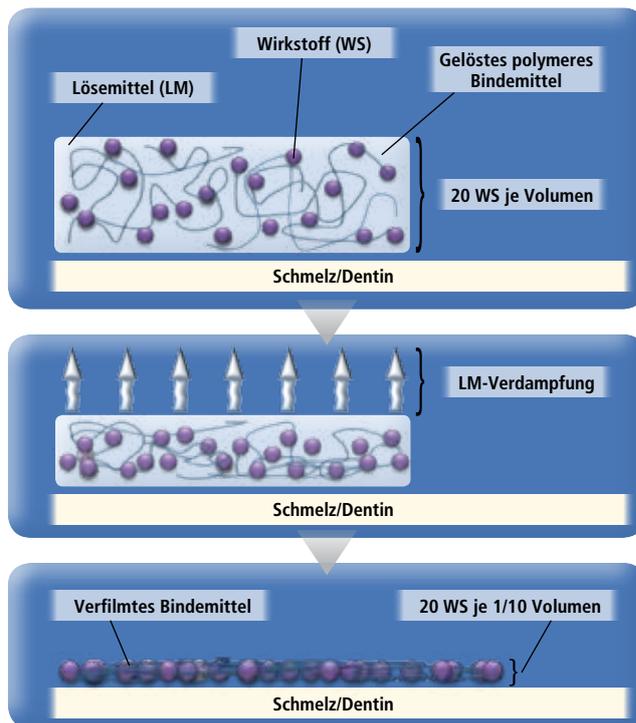
Physikalisch härtende Flüssiglacke

Zahnmedizinisch sind vor allem lösemittelhaltige Lacke gebräuchlich, die biologisch verträgliche Lösemittel wie Wasser, Ethanol, Aceton oder Ester enthalten. In diesen Lösemitteln werden als eigentliche Lackrohstoffe Filmbildner auf Basis hochmolekularer Polymere (zum Beispiel Polyamide, Cellulose-Derivate) oder niedermolekularer (zum Beispiel Kolophonium), gelöst. Mit dem Auftragen auf den Zahn beginnt die Verdunstung der Lösemittel, so dass Filmbildner und Wirkstoff auf dem Zahn in stetig höheren Konzentrationen vorliegen (Abbildung 2). Dieser Konzentrationsanstieg führt zu einer mehr oder minder starken Erhöhung der Wirkstoffkonzentration im gehärteten Lack. Da die Verdunstung einen rein physikalischen Vorgang darstellt und ohne chemische Reaktionen stattfindet, werden solche Lacke als physikalisch härtend bezeichnet.

Die bei Verflüchtigung des Lösemittels steigende Konzentration der festen und gelösten Anteile im Lack führt zu einer grösseren räumlichen Nähe der Filmbildner und damit zur Zunahme der van-der-Waals-Wechselwirkungen oder auch der rein mechanischen Interaktion der Moleküle untereinander. Diese Wechselwirkungen führen letztendlich zur Unbeweglichkeit der Moleküle und damit zur Schichtbildung auf der Zahnoberfläche. Die Festigkeit und die Konsistenz der dabei gebildeten Schicht können über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Filmbildner gesteuert werden.

Die Verfestigung beruht bei hochmolekularen Filmbildnern auf der mit steigender Konzentration einsetzenden Verschlaufung der Polymerketten, was deren Beweglichkeit stark einschränkt. Niedermolekulare Filmbildner hingegen, in der Regel wasserunlösliche Koniferenharzderivate in Ethanol, scheiden sich in

Physikalisch härtende Lacke



Chemisch härtende Lacke

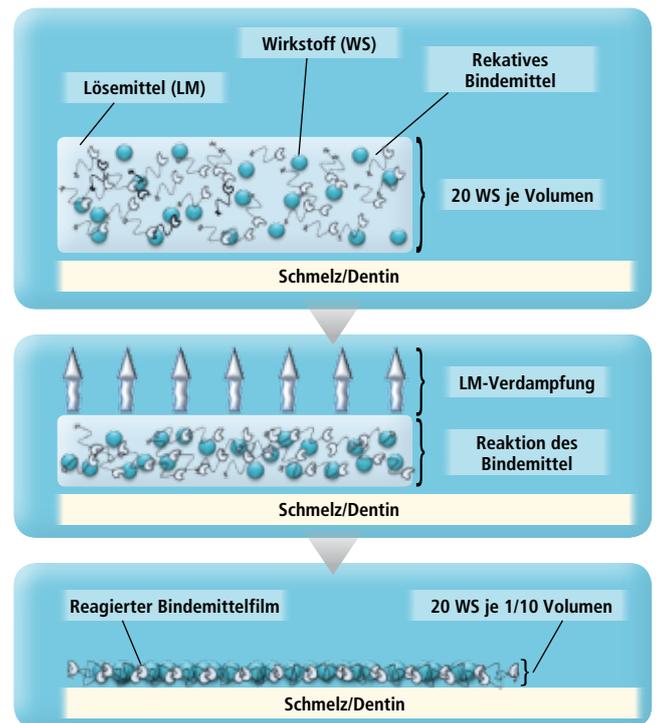


Abb. 2 Aufkonzentration der Wirkstoffe in lösemittelhaltigen Lacken

Folge anziehender van-der-Waals-Kräfte als zäh-elastische Schichten auf den Oberflächen ab (Abbildung 2).

Die mechanische Beständigkeit der Lackschicht wird durch die Beweglichkeit der Filmbildner-Moleküle bei Gebrauchstemperatur bestimmt, die wiederum durch deren Flexibilität und Wasseraufnahme beeinflusst wird. In erster Näherung steigt die mechanische Belastbarkeit der Lackschicht mit der Molmasse der Filmbildner, so dass polymere Lackrohstoffe festere Lacke ergeben als niedermolekulare Filmbildner wie Kolophonium.

Um im feucht-warmen Milieu des Mundraums ausreichend stabile und an der Zahnoberfläche haftende Filme zu erzeugen,

sind spezielle Filmbildner mit guter Biokompatibilität nötig. Die filmbildenden Polymere müssen im eingesetzten Lösemittel löslich sein, als Lösung die Zahnoberfläche gut benetzen, und ausreichend Wechselwirkungen mit dem Untergrund aufweisen, dass der Lackfilm am Zahn haften bleibt. Da die Zahnhartsubstanz eine polare Oberfläche darstellt, bieten sich für Dentallacke polare Polymere als Filmbildner an. Bei den hochmolekularen Polymeren sind dies üblicherweise die biologisch gut verträglichen Cellulosederivate (zum Beispiel Hydroxyethylcellulose oder Cellulosenitrat) oder synthetische Polymere wie Polyacrylate oder Polyamide. Selten eingesetzt werden Polysiloxane, die wegen ihrer chemischen Inertheit nur bei Bleachinglacken Einsatz finden.

Als niedermolekulare Filmbildner kommen vor allem Koniferenharze, wie z.B. Kolophonium, Rosin-Harze oder deren chemisch modifizierte Derivate zum Einsatz. Diese zähklebrigen Massen werden in Ethanol gelöst und mit dem gewünschten Wirkstoff gemischt, um eine handhabbare Konsistenz zu erzielen. Die filmbildenden Eigenschaften der niedermolekularen Harze und ihre Haftung auf einem polaren Untergrund wird vornehmlich auf van-der-Waals-Wechselwirkungen zurückgeführt [5]. Gelegentlich werden auch Kombinationen hoch- und niedermolekularer Filmbildner eingesetzt, um die zähelastischen Filmeigenschaften der

niedermolekularen Harze mit filmverstärkenden Polymeren zu ergänzen und die mechanischen Filmeigenschaften zu verbessern.

Generell weisen die in physikalisch härtenden Lacken eingesetzten Filmbildner wegen der Abwesenheit reaktiver Gruppen eine gute Lagerstabilität auf, sind meist einfach in der Handhabung und verfügen über eine für die meisten Anwendungen ausreichende Persistenz auf dem Zahn. Sie stellen daher unter den Dentallacken die grösste Gruppe dar, die, wie Tabelle 4 zeigt, ein breites Anwendungsfeld abdeckt.

Zweck	Filmbildner	Lösemittel	Wirkstoffe	Produktbeispiel
Fluoridlack	Polyamide + Kolophonium	Ethanol	Natriumfluorid	Cavity Shield/ 3M ESPE
	Kolophonium	Ethanol	Natriumfluorid	Duraphat/ Colgate-Palmolive
	Rosin (Harzsäuren)	Ethanol	Natriumfluorid	Enamelast/ Ultradent PreviDent Varnish/ Colgate-Palmolive
	Nitrocellulose	Ethanol Ethylacetat i-Pentylpropionat	Natriumfluorid	Polyfluorid L/ VOCO
Desensibilisierung	Acrylat-Copolymere Polyacrylate	Ethanol, Wasser	Ammoniumfluorid	Fluor Protector S/ Ivoclar Vivadent AG
		Ethanol, Wasser	Kaliumfluorid Phosphonsäuren	VivaSens/ Ivoclar Vivadent
Keimkontrolle	Sandarak	Ethanol, Wasser	Chlorhexidin Diacetat, Thymol	Cervitec Plus/ Ivoclar Vivadent AG
		Ethanol	Chlorhexidin Diacetat	Bio C CHX/ Biodent
Bleaching	Ethylcellulose	Ethanol	Wasserstoffperoxid	VivaStyle Paint On Plus/ Ivoclar Vivadent AG
	Silikonpolymere	Nicht benannt	Natriumpercarbonat	Crest Night Effects/ Procter & Gamble

Tabelle 4 Beispiele und Anwendungen handelsüblicher physikalisch härtender Dentallacke

Von Dentallacken wird, anders als von technischen Lacken, kein dauerhafter Verbleib auf dem Untergrund erwartet. Im Gegenteil: der Patient wünscht nach einer angemessenen Tragedauer, Lackreste durch Zähneputzen rückstandslos zu entfernen. Geeignete Filmbildner sollten daher weder zu stark auf Zahn haften, noch zu hart oder zu zäh sein, um eine unangenehme Splitter- oder Schmierfilmbildung zu vermeiden.

Chemisch härtende Flüssiglacke

Anders als bei physikalisch härtenden Flüssiglacken beruht die Filmbildung chemisch härtender Systeme auf Veränderungen der Molekularstruktur der Lackrohstoffe. Diese chemischen Reaktionen können auf dem Kontakt reaktionsfähiger chemischer Gruppen beruhen, zum Beispiel von Isocyanaten mit Wasser oder Alkoholen, oder aber durch die lichtinduzierte Photopolymerisation von Methacrylaten hervorgerufen werden.

Unter die letztgenannte Kategorie fallen im weiteren Sinne auch Fissurenversiegler und Dentinadhäsive, da sie ebenfalls nach Photopolymerisation in dünnen Schichten zum Einsatz kommen. Jedoch dienen Fissurenversiegler dem Ausfüllen okklusaler Vertiefungen und nicht der flächigen Schichtbildung und werden daher nicht als Dentallacke behandelt. Während von Adhäsiven zwar eine flächige Schichtbildung gefordert wird, haben sie als Haftvermittler zwischen Zahnhartsubstanz und Compositematerialien eine gänzlich andere Funktion und werden hier ebenfalls nicht behandelt.

Chemische Härtung: Reaktivlacke auf Basis miteinander reaktionsfähiger Moleküle führen in gebrauchsfertiger Mischung in der Regel zu einer schnellen Aushärtung. Um eine angemessene Lagerstabilität zu gewährleisten, werden Reaktivlacke daher als mehrkomponentige Systeme angeboten, bei denen die miteinander reagierenden Bestandteile getrennt aufbewahrt werden. Erst unmittelbar vor Einsatz werden sie zusammengebracht und so die Härtingsreaktion gestartet. Vergleichbare Ansätze sind in der Zahnmedizin zum Beispiel als 2-komponentige selbsthärtende Befestigungszemente weithin bekannt. Die getrennte Lagerung hilft funktionsmindernde Nebenreaktionen über die Lagerdauer einzuschränken, hat

aber den Nachteil eines zeit-, arbeits- und materialintensiven Mischvorganges sowie fixer Verarbeitungszeiten. Diese Einschränkungen widersprechen den Anforderungen an Dentallacke, die nur in kleinen Individualdosen, sowie unter Kosten- und Zeitdruck angewendet werden. Daher konnten sich für Lackanwendungen, anders als bei z.B. der adhäsiven Befestigung, bislang keine 2-Komponenten-Systeme etablieren.

In Anlehnung an 2-Komponenten-Systeme mit getrennten Reaktionspartnern wurde für die Zahnmedizin mit Fluor Protector der bislang einzige 1-komponentige Reaktivlack entwickelt. Hier dient als zweiter Reaktionspartner das im Mundraum vorhandene Wasser, so dass Mischvorgänge vor der Anwendung entfallen und bei Wasserkontakt trotzdem eine schnelle Filmbildung erzielt wird. Einige Beispiele kommerziell verfügbarer chemisch härtender Lacke sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Photochemische Härtung: Ebenfalls chemisch härtend sind Flüssiglacke auf Basis photochemisch polymerisierender Monomerlösungen oder -mischungen. Sie basieren auf den zahnmedizinisch etablierten Methacrylaten (zum Beispiel HEMA, bisGMA), die durch Lösemittel oder Reaktivverdünner (zum Beispiel Methylmethacrylat, Dipentaerythrolpentaacrylat) auf eine leichtfließende Konsistenz verdünnt wurden. Der Zusatz von blaulichtsensiblen Photoinitiatoren ermöglicht die schnelle Filmbildung durch radikalische Polymerisation nach Belichtung mit einer dentalen Polymerisationslampe. Als gängigste Gruppe von Photoinitiatoren haben sich in Dentalmaterialien Carbonylverbindungen wie Diketone oder andere Acylverbindungen etablieren können, die unter Lichteinfluss energetisch angeregt werden. Das durch Lichtabsorption energetisch angeregte Initiatormolekül kann entweder selbst unter Radikalbildung zerfallen (Norrish-Typ 1), oder ein Wasserstoffatom von einem Co-Initiator abstrahieren und dort zur Radikalbildung führen (Norrish-Typ 2). Die vom Photoinitiator gebildeten Radikale reagieren mit den Methacrylatmonomeren in einer Kettenreaktion zu einem polymeren Netzwerk, das die Wirkstoffe eingekapselt und so deren langsame Freisetzung erlaubt. Da die dabei gebildeten Polymere in der Regel mechanisch belastbare Filme mit längerer Verweildauer auf dem Zahn bilden, werden sie vor-

Typ	Lackrohstoffe	Lösemittel	Wirkstoffe	Beispiele
Lichthärtung	bisGMA, HEMA, Haftmonomer, Ormocer, HEMA, UDMA	Aceton	Rein mechanische Wirkung	Admira Protect/ VOCO
	Dipentaerythrolpent-aacrylat, Methylmethacrylat	–	Rein mechanische Wirkung	Easy Glaze/ VOCO
	HEMA, Haftpolymer	–	Mechanische Wirkung Fluoridglas	Vanish XT/ 3M ESPE
Selbsthärtung	Polyisocyanate	Ethylacetat, i-Amylpropionat	Fluorsilan	Fluor Protector/ Ivoclar Vivadent AG

Tabelle 5 Beispiele handelsüblicher chemisch härtender Dentallacke

nehmlich als Schutzlacke eingesetzt. Diese mechanisch beständigen Schutzschichten dienen der Desensibilisierung offenliegender Zahnhälse und der Versiegelung von Glasionomerzementoberflächen. Diese Restaurationsversiegler sind additivfreie Monomermischungen, die nach Lichthärtung einen zumindest zeitweiligen Oberflächenglanz und Abrasionsschutz ermöglichen. Es gibt aber auch Photolacke, die zusätzlich zur mechanischen Schutzwirkung eine Fluoridfreisetzung aufweisen. Beispiele kommerziell verfügbarer photochemisch härtender Lacke sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Wie aus Tabelle 5 hervorgeht, spielt bei photochemisch härtenden Dentallacken der mechanische Schutz die Hauptrolle, während die weiteren Funktionen wie die Fluoridfreisetzung eher untergeordnet sind. Photochemisch härtende Dentallacke werden daher in diesem Artikel nicht in weiteren Details behandelt.

Chemie des Polyisocyanatlacks „Fluor Protector“

Im Mundraum mit Dentalpinseln angewendete Lacke sollten eine schnelle Filmbildung zeigen, um das Abspülen des noch ungehärteten Lackes mit Speichel zu verhindern und um eine gute „Compliance“ der Patienten sicherzustellen. Eine erfolgreiche Anwendung im klinischen Alltag benötigt ferner eine

leichte Verstreichbarkeit, eine gleichmässige Oberflächenbenetzung und eine gute Haftung auf dem polaren Zahnhartgewebe. Gefordert werden von den Filmbildnern solcher Lacke daher eine schnelle Härtungsreaktion, eine geringe Viskosität und kompatible Oberflächenenergien von Zahn und Lack. Diese Voraussetzungen werden von bestimmten Vertretern der Isocyanate erfüllt, die als Lösung in organischen Lösemitteln polare Substrate gut benetzen und darauf schnell fest haftende Filme bilden.

Um die guten Filmbildungseigenschaften der Isocyanate ohne aufwändige 2-Komponenten-Darreichung aus Isocyanat und Härter zu nutzen, wurde Fluor Protector als härterfreier 1-Komponenten-Lack konzipiert. Neben polyfunktionellen Isocyanaten (Polyisocyanate) ist als zweite Reaktivkomponente das in Atemluft und Speichel vorhandene Wasser vorgesehen, dessen schnelle Reaktion mit Polyisocyanaten eine klinisch gut anwendbare Lackbildung erlaubt.

Fluor Protector enthält neben Polyisocyanat als Filmbildner und Fluorsilan als Wirkstoff biologisch kompatible Lösemittel auf Esterbasis. Diese schwach polaren, etwas wasserlöslichen Flüssigkeiten führen zu einem guten Anfließverhalten auf dem Zahn und einer schnellen Durchmischung von Lackbildner und Wasser. Solche niedrigviskosen Polyisocyanat-Formulierungen nehmen durch Diffusion schnell Wasser auf, so dass mit

Verdampfen des Lösemittels die in der Atemluft enthaltene Feuchtigkeit die chemischen Härtingsreaktion auslöst. Im ersten Reaktionsschritt werden durch die Reaktion von Polyisocyanat mit Wasser Carbaminsäuren gebildet, die ihrerseits schnell unter CO_2 -Abspaltung in primäre Amine übergehen. Amine reagieren als starke Nucleophile sofort mit restlichen Isocyanatgruppen zu vernetzten Polyharnstoffen, welche den ausgehärteten Lack auf dem Zahn darstellen. Das Reaktionsschema der Bildung von Polyharnstofflacken aus Polyisocyanaten ist in Abbildung 3 dargestellt.

Wie in Abbildung 3 gezeigt, werden die in Fluor Protector eingesetzten Polyisocyanate bei Feuchtigkeitskontakt innerhalb kurzer Zeit auf dem Zahn zu einem dichten Polymernetzwerk umgesetzt, in dem der eigentliche Wirkstoff Fluorsilan eingelagert ist. Die mechanische Beständigkeit des Polyharnstofffilms ermöglicht dünne und daher unauffällige Schichten mit guter Ästhetik und angenehmen Mundgefühl. Die gute Haftung der polaren Polyharnstoffe auf der Zahnoberfläche erhöht die Verweildauer des wirksamen Fluorsilans und ermöglicht eine klinisch bewährte retardierte Fluoridfreisetzung.

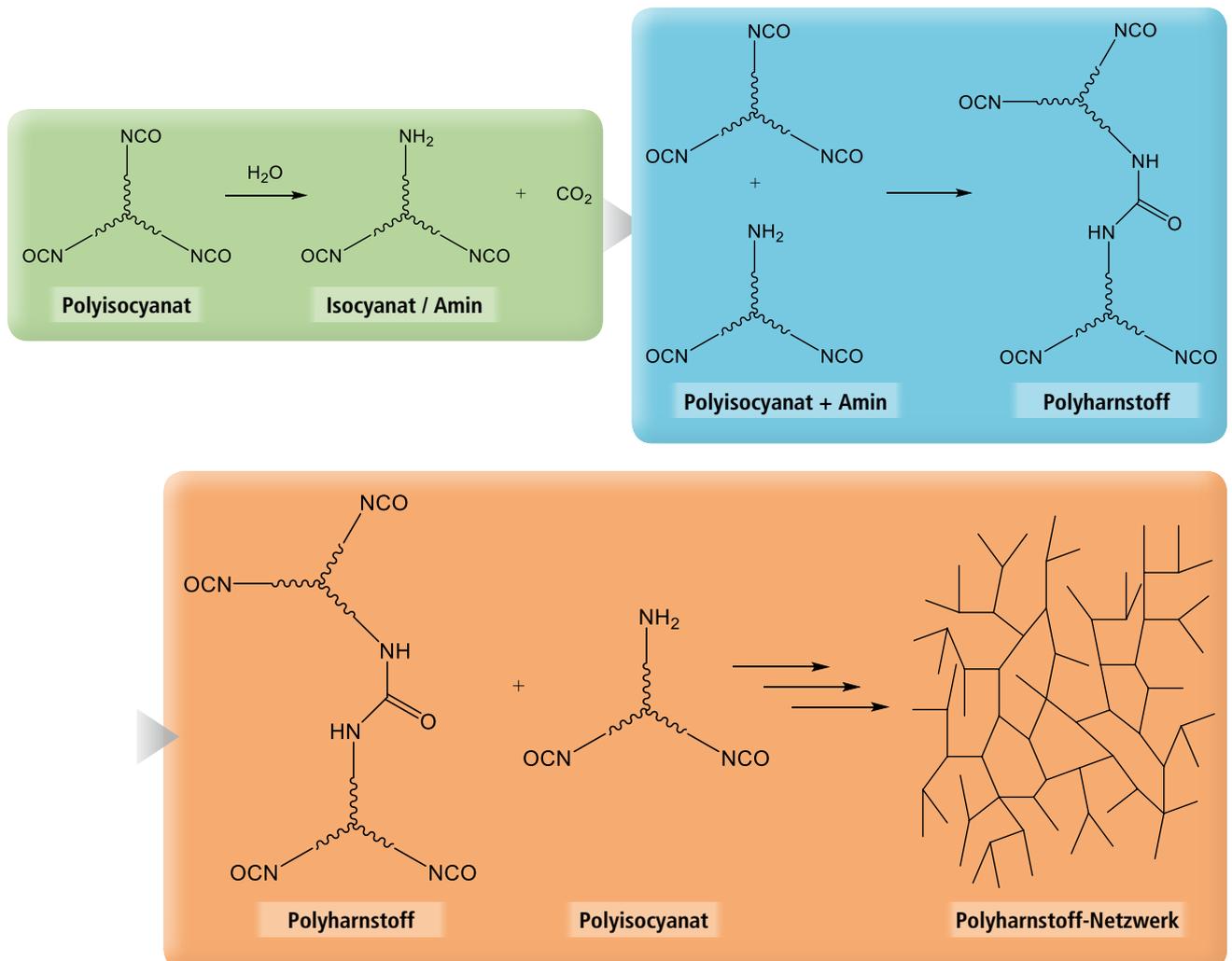


Abb. 3 Reaktionsschema Härtung Fluor Protector

Anforderung an die Fluor Protector Verpackung: Obwohl Polyisocyanate bei korrekter Lagerung chemisch sehr stabil sind, ist wegen der hohen Reaktivität gegenüber OH-Gruppen enthaltenden Verbindungen, zum Beispiel Wasser, der Einsatz einer wasserdampfdichten Verpackung notwendig.

Bei der Entwicklung von Fluor Protector zeigte sich, dass die dentalüblichen Kunststoffflaschen nicht ausreichend dicht gegen das Eindiffundieren atmosphärischer Feuchtigkeit sind und keine ausreichende Lagerstabilität ermöglichen. Jedoch ist nicht nur die Gefäßwand, sondern auch der Verschluss eine kritische Stelle für Feuchtigkeit Zutritt, so dass Glas- oder Metallgebinden mit aufgesetztem Schraubdeckel und Crimp-Verschlüsse ebenfalls ausgeschlossen sind. Als optimale Verpackung für Fluor Protector haben sich pharmazeutische Glasampullen erwiesen, die unmittelbar nach Abfüllung verschweisst werden. Solche Ampullen sind als einzige

Verpackungsform absolut wasserdicht und garantieren eine mehrjährige Lagerfähigkeit des Inhalts bei gleichbleibender Produktqualität.

Um eine schnelle und sichere Öffnung der Glasampullen zu gewährleisten, wurde von Ivoclar Vivadent die VivAmpoule entwickelt, bei der die Glasampulle mit einem Kunststoffmantel versehen wird. Durch diese Kunststoffummantelung werden der Ampullenspiess und der Ampullenkörper dem unmittelbaren Zugriff entzogen.

Basierend auf langjährigen Lagerstabilitätstests, positiven Handhabungsberichten und einer hohen Kundenzufriedenheit kann die VivAmpoule als die optimale Verpackungsform für 1-Komponenten-Reaktivlacke auf Polyisocyanatbasis angesehen werden.



Abb. 4 Fluor Protector VivAmpoule

Zusammenfassung

Dentallacke zur topischen Applikation und retardierten Freisetzung von Wirkstoffen wie dem Fluoridion oder Chlorhexidin, zeichnen sich durch eine einfache und sichere Anwendung aus. Dazu wurden die aus technischen Anwendungen bekannten physikalisch und chemisch härtenden Lacke adaptiert und für die zahnmedizinischen Bedürfnisse angepasst.

Literatur

- [1] Müller B, Leutmann JG, Poth U. Lackformulierung und Lackrezeptur: das Lehrbuch für Ausbildung und Praxis. 3. überarbeitete Auflage ed. Vincentz; 2009.
- [2] Chopra S, Prencipe M, Invention comprising a siloxane pressure sensitive adhesive and a whitening particulate (hydroxyapatite); enhanced whitening efficacy and aesthetics, improved adherence of the whitening composition to the tooth surface in the presence of saliva.: Google Patents; 2005.
- [3] Meyer-Lückel H, Paris S, Ekstrand KR. Karies: Wissenschaft und Klinische Praxis (ZMK Praxis). Thieme 2012.
- [4] Van de Rijke JW, Busscher HJ, Ten Bosch JJ, Perdok JF. Surface tension and contact angle on enamel of surfactant solutions for caries diagnosis with dyes. J Dent Res 1989; 68: 1205-1209.
- [5] Panda H. Handbook on Oleoresin and Pine Chemicals (Rosin, Terpene Derivatives, Tall Oil, Resin & Dimer Acids). NIIR Project Consultancy Services; 2008.

Carlo Bolis

Senior Research Associate
Prävention / Biotechnologie
Forschung & Entwicklung



Entwicklung von Dentallacken

Einleitung

Ein Dentallack ist eine Flüssigkeit zur Beschichtung von Zähnen, der dünn aufgetragen und durch chemische oder physikalische Vorgänge zu einem durchgehenden, festen Film wird. Dentallacke bestehen meist aus Bindemitteln (Harze, Monomere, Polymere), Lösungsmitteln und Additiven (Wirk- und Hilfsstoffe).

Physikalisch härtende Lacke bestehen aus flüchtigen Lösungsmitteln und nichtflüchtigen Bestandteilen. Nach dem Auftragen verdunstet das Lösungsmittel während der Trocknung, die nichtflüchtigen Bestandteile verbleiben dabei als Film auf dem lackierten Objekt.

Chemisch härtende Lacke können niedrigviskose Mischungen von reaktiven Stoffen sein, welche durch Wasseraufnahme, Vermischen mehrerer Komponenten oder durch Anregung mit Licht zur Reaktion gebracht werden und so aushärten.

Wesentliche Basis eines Dentallackes sind das Bindemittel und Lösungsmittel sowie oral wirksame Substanzen wie zum Beispiel Fluorid. Der Lack bildet auf dem Untergrund eine feste Schicht, sollte eine gewisse Zeit beständig sein und sich nicht vom Untergrund ablösen. In dieser Zeit wirkt er auf der Zahnoberfläche als physikalische Barriere oder durch Freisetzung der oral wirksamen Substanzen. Ist die Oberfläche z.B. durch Speichel verunreinigt, so kann der Verbund zwischen Untergrund und Lack geschwächt sein.

Die Hauptaufgaben von Dentallacken sind:

– Schutz der Zähne vor Karies

Zum Schutz vor Karies durch Freisetzung von Substanzen kommen Fluorid oder antimikrobielle Stoffe zum Einsatz. Fluorid verringert die Demineralisation von Zahnschmelz, antimikrobielle Wirkstoffe bekämpfen kariogene Keime.

– Desensibilisierung von empfindlichen Zahnhälsen

Eine Desensibilisierung von empfindlichen Zahnhälsen erfolgt durch mechanische Blockade und das Unterbinden der Reizweiterleitung in den freiliegenden Dentinkanälchen, indem diese durch den Lack mechanisch verschlossen werden. Dabei ist ein nachhaltiger Verschluss unterhalb der Zahnoberfläche von Vorteil.

– Ästhetische Verbesserungen der Zahnfarbe

Zur kosmetischen Entfernung von Verfärbungen oder zur Aufhellung der Zahnfarbe werden Lacke mit Bleichmitteln eingesetzt.

Entsprechend werden heute folgende Lackarten zur dentalen Behandlung eingesetzt:

- Fluoridlacke
- Antimikrobielle Lacke
- Desensibilisierende Lacke
- Bleichlacke

Allgemeine Anforderungen an Dentallacke

Im Zuge der klinischen Anwendung kommen den oben erwähnten Lacken verschiedene Funktionen zu. Aspekte des Handlings, der Haftung auf dem Zahn, des Komforts und der Sicherheit sind für alle vergleichbar. Im Folgenden werden diese

allgemeinen Anforderungen diskutiert. Diese und weitere Anforderungen wie zum Beispiel die Freisetzung von Substanzen basieren auf verschiedenen, untereinander zusammenhängenden Parametern (siehe Abbildung 1).

Das Zusammenspiel einer Vielzahl von Parametern beeinflusst die Wirkung des Dentallackes auf dem Zahn.

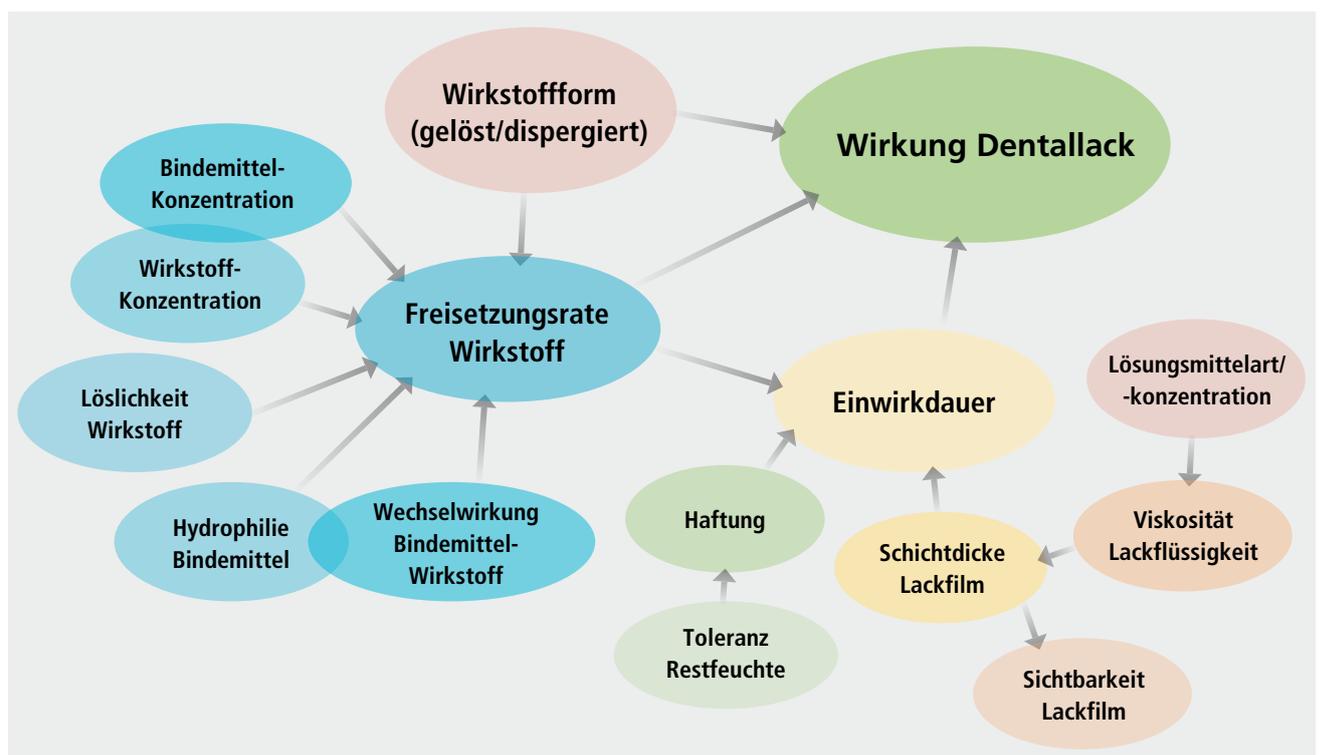


Abb. 1 Einfluss der Eigenschaften des Lackes auf dessen Wirkung

Verarbeitungseigenschaften beim Gebrauch (Handling)

Eine genügende Menge Lack soll mit einem gängigen Applikator einfach aufgenommen und sicher an den Zahn transferiert werden können, um die Behandlung eines ganzen Gebisses in möglichst wenigen Schritten zu ermöglichen. Der Lack soll tolerant gegenüber Restfeuchtigkeit auf dem Zahn sein, er muss die Oberfläche gut benetzen und sich leicht und gleichmässig darauf verteilen lassen.

Lösungsmittel sind nicht Bestandteil der erzeugten Lackschicht. Sie dienen dazu, die Eigenschaften des Lackes zur einfachen Applikation und der anschliessenden Filmbildung einzustellen. Lösungsmittel verbessern das Benetzungsverhalten durch Erniedrigung der Oberflächenspannung und Viskosität des Lackes.

Die gängigsten Lösungsmittel für Dentallacke sind organische Lösungsmittel wie Alkohole (zum Beispiel Ethanol, Isopropanol) oder Ester (zum Beispiel Ethylacetat, Isoamylpropionat). Lösungsmittelhaltige Lacke mit niedrigem Binderanteil sind in der Regel niedrigviskos und lassen sich in dünnen, schnell trocknenden Schichten auftragen. Bei verdickenden Bindemitteln und hohem Lösungsmittelanteil können dickere Schichten des flüssigen Lackes aufgetragen werden, welche aber immer noch relativ schnell trocknen können und relativ dünne Lackschichten bilden. Mit hohem Bindemittelanteil und niedrigen Lösungsmittelanteilen resultieren in der Regel hochviskose Lacke, welche eher dicke, langsam trocknende Schichten ergeben.

Die gute Benetzung der Oberfläche und die Adaptation des Lackfilms an diese Oberfläche haben einen Einfluss auf die Haftung und somit die Verweildauer. Da die Mundhöhle eine ständige sehr feuchte Umgebung darstellt, muss der gebildete Lackfilm in Wasser sehr schlecht löslich oder unlöslich sein. Zur einfacheren Verarbeitung von Dentallacken auf der Zahnoberfläche ist eine gewisse Wassertoleranz der Zusammensetzung von Vorteil. Ein wassertolerantes Lösungsmittel kann sich mit dem auf der Zahnoberfläche vorhandenen Speichel- bzw. Wasserfilm vermischen und ermöglicht so eine gute Benetzung der Oberfläche mit dem

Bindemittel. Wenn dieses ebenfalls eine gewisse Wassertoleranz aufweist, dann kann bei feuchten Oberflächen eine frühzeitige Ausfällung des Harzes oder des Polymers verhindert werden und somit ein gleichmässiger Film gebildet werden. Möglich ist auch die Verwendung von Komponenten welche mit Wasser reagieren und geringe Mengen davon als Reaktionsprodukte in das gebildete Netzwerk, also den Lackfilm einbauen (zum Beispiel Polyisocyanate).

Nach der Applikation soll der Lack schnell einen gut haftenden Film bilden, möglichst auch ohne forcierte Trocknung, damit der Patient den Mund bald wieder schliessen kann – was gerade bei Kindern eine nützliche Eigenschaft ist. Nach Anwendung auf dem Zahn soll die Lackschicht solange darauf haften, bis die Wirkstoffe auf die Zahnoberfläche übergegangen sind. Damit stellt ein Lack auch einen Träger („Release Device“) dar, um Wirkstoffe auf den Zahn zu bringen.

Haftung auf dem Zahn

Wie in Abbildung 1 gezeigt, ist die Haftung von Lacken auf Zähnen ein Faktor von mehreren, welcher die Wirkung des Lackes beeinflusst. Durch Kauen erfolgt eine zwar geringe, aber doch stetige Abnutzung der Zähne, von Restaurationsmaterialien und natürlich auch von Lacken. Eine längere Haftung auf dem Schmelz wird vor allem an mechanisch weniger belasteten Stellen erzielt, wie in Zahnzwischenräumen oder Fissuren. Eine Verbesserung der Haftung kann in der Regel durch Applikation auf eine saubere und trockene Oberfläche erreicht werden und ist natürlich auch von der Zusammensetzung des Lackes abhängig. Die Verweildauer eines Dentallackes ist unter anderem abhängig von der Haftung auf der Oberfläche und der Abriebfestigkeit. Diese richtet sich nach der beabsichtigten Wirkung und kann zwischen einigen Minuten und Wochen liegen. Eine lange Haftung ist nicht immer erwünscht bzw. sinnvoll. So soll zum Beispiel ein Bleichlack einen aufhellenden Wirkstoff schnell freisetzen, und nach erfolgter Freisetzung von einigen Minuten soll die Beschichtung wieder einfach zu entfernen sein.

Wirkstofffreisetzung

Dentallacke können rein mechanisch durch ihre Barrierewirkung einen Schutz zum Beispiel gegen äussere Reize bei empfindlichen Zähnen erreichen. Viele Lacke aber fungieren vor allem als Trägermaterialien für Wirkstoffe wie Fluorid, Chlorhexidin oder Peroxid und sorgen für eine verlängerte Anwesenheit und Wirkdauer dieser Stoffe auf das orale Gewebe. Die Menge an Lack oder die Konzentration eines Wirkstoffes kann einen Einfluss auf den Therapieerfolg haben. Wichtiger sind jedoch Eigenschaften welche meist durch mehrere Komponenten beeinflusst werden. So garantieren Lösungen als maximal homogene Formulierungen eine gleichmässige Verteilung aller Inhaltsstoffe und bewirken durch Verdunsten des Lösungsmittels ein Aufkonzentrieren von Wirkstoffen in der gebildeten Lackschicht.

Die Wirkung auf das beschichtete Gewebe hängt von der Einwirkdauer und der Wirkstoffkonzentration in der Lösung oder im gebildeten Film ab, was wiederum in Zusammenhang mit der Freisetzungsrates von Wirkstoffen steht. Die Freisetzungsrates wiederum hängt zusätzlich von der Hydrophilie und Löslichkeit des Systems oder einzelner Komponenten ab, ebenso vom Verhältnis oder der Wechselwirkung von Wirkstoff zu Bindemittel oder sogar von der gebildeten Schichtdicke auf dem Zahn (Abbildung 1).

Patientenkomfort

Während der Verweildauer im Mund soll sich der Lackfilm weder unangenehm anfühlen noch sichtbar auffallen. Die Ästhetik nach Applikation auf den Zähnen wird durch die Farbe, die Transparenz und die Schichtdicke des applizierten Lackes bestimmt. Dünne, transparente und farblose Filme erzielen somit die besten Resultate. Sie sind sozusagen „unsichtbar“. Bei dünnen Lackschichten wird die Eigenfarbe nicht gleich intensiv wahrgenommen wie bei dicken Schichten. Somit können auch Lackschichten mit weisslich-trübem Aspekt oder solche mit leicht gelber Farbe kaum wahrgenommen und somit als ästhetisch bewertet werden. Aus ästhetischen

Gründen und zur Vermeidung eines störenden Gefühls auf den Zähnen sind dünne Lackschichten zu bevorzugen. Dickere Lackschichten und vor allem solche von farbigen Lacken können deutlicher von der Zahnfarbe unterschieden werden und können die heutigen Ansprüche an die Ästhetik kaum befriedigen.

Sicherheit

Der Lack soll die Zahnoberfläche nicht negativ beeinflussen, das heisst er darf die Zahnhartsubstanz nicht erweichen oder erodieren.

Allgemeine Testmethoden in der Entwicklung von Lacken

Ermittlung der Viskosität

Die Viskosität kann auch als „Zähflüssigkeit“ beschrieben werden. Diese ist stark temperaturabhängig, kann aber auch von weiteren Faktoren beeinflusst werden. Eine niedrige Viskosität wird als dünnflüssig, eine hohe Viskosität als dickflüssig beschrieben. Bei physikalisch trocknenden Lacken findet während und nach Applikation wegen des verdunstenden Lösungsmittels ein starker Viskositätsanstieg statt. Dies kann das Verteilen und Fliessen des Lackes beeinflussen. Relativ einfache Methoden zur Viskositätsbestimmung sind zum Beispiel die Messungen mit einem Auslaufbecher, wobei die Zeit gemessen wird, die ein definiertes Volumen benötigt, um durch ein Loch mit definiertem Durchmesser auszufließen. Für anwendungsbezogene Tests genügen Applikationsversuche zum Beispiel an einem Zahnmodell (Abbildungen 2 und 3), um zu beurteilen, ob der Lack sich gut mit dem Applikator aufnehmen und verteilen lässt und ob er gut in Zahnzwischenräume einfließt. Im Rahmen von Stabilitäts- und Qualitätsprüfungen kommen quantitative rheologische Methoden mit automatisierten Analysegeräten zum Einsatz.

Applikation von Lacken (in vitro)



Abb. 2 Enamel Pro Varnish/Premier Dental: Applikation eines dickflüssigen Lackes auf einem Schmelzzylinder (F&E Biotechnologie, Ivoclar Vivadent AG, März 2013)



Abb. 3 Fluor Protector S: Applikation des dünnflüssigen Lackes auf einem Schmelzzylinder mit der Vivabrush G (F&E Biotechnologie, Ivoclar Vivadent AG, März 2013)

Eine Applikation im Patientenmund gibt am besten Auskunft über die Handlungseigenschaften. Die nachfolgenden

Abbildungen zeigen das Einfließen von blau eingefärbtem Fluor Protector S bei der Applikation in die Zahnzwischenräume.

Einfließen in Zahnzwischenräume (in vivo)



Abb. 4 Buccale Applikation von blau eingefärbtem Fluor Protector S (F&E Klinik, Ivoclar Vivadent AG, Mai 2012)



Abb. 5 Einfließen von blau eingefärbtem Fluor Protector S in proximale Bereiche und Benetzen entlang des Gingivalsaumes (F&E Klinik, Ivoclar Vivadent AG, Mai 2012)

Ermittlung der Wassertoleranz

Eine einfache Methode bei niedrigviskosen Lacken ist die portionsweise Zugabe von Wasser zur Lackflüssigkeit, bis die erste Komponente, meist das Bindemittel, unlöslich wird und als Trübung erkennbar wird. Zusammensetzungen, welche einen hohen Wasseranteil bis zur ersten Trübung vertragen, sollten bei der Applikation auf feuchten Oberflächen weniger schnell unlösliche Niederschläge ausbilden und eine gleichmässige Beschichtung erreichen.

5 bis 10% Polymer wurden in reinem Ethanol gelöst und Wasser bis zur ersten bleibenden Trübung zugegeben. Tabelle 1 zeigt, dass die verschiedenen Lacklösungen unterschiedlich viel Wasser in der Mischung vertragen, bis das Polymer ausfällt. Ein höherer Wert bedeutet weniger Probleme beim Auftragen auf feuchte Oberflächen, eine zu gute Wasserlöslichkeit kann aber auch eine geringere Stabilität des Lackfilms gegenüber Speichel bedeuten.

Resultate: Wassertoleranz verschiedener Polymerlösungen

Polymer	Konzentration Polymer in Ethanol [%]	Wasseranteil in Mischung bei erster Trübung [%]
Poly(ethylacrylat-co-methylmethacrylat-co-trimethylammonium-ethylmethacrylatchlorid)	10	36
Poly(methacrylsäure-co-methylmethacrylat)	10	52
Poly(vinylacetat-co-crotonsäure)	10	> 50
Poly(octylacrylamid-co-butylaminoethylmethacrylat-co-acrylat)	10	33
Poly(octylacrylamid-co-acrylat)	10	23
Polyvinylcaprolactam	10	> 67
Poly(vinylacetat-co-crotonsäure-co-vinylneodecanoat)	10	41
Polyvinylbutyral (hoher Acetalisierungsgrad)	5	19
Polyvinylbutyral (niedriger Acetalisierungsgrad)	5	31
Celluloseacetatbutyrat	5	22

Tabelle 1 Wassertoleranz verschiedener Polymere in Ethanol (F&E Ivoclar Vivadent AG, August 2015)

Messung der Haftung auf dem Substrat

Ein Rinderzahn wird mit einem geeigneten Schleifpapier unter Wasserkühlung geschliffen und poliert, danach wird der Zahn unter fließendem Leitungswasser gründlich abgespült. Mit einer Applikationshilfe wird der Lack gemäss Gebrauchsinformation aufgetragen. Zur besseren Erkennung der Lackschicht kann der Lack mit einem Farbstoff eingefärbt werden. Der präparierte Prüfkörper wird 24 Stunden in Wasser bei 37°C gelagert und nach Entnahme kurz mit Druckluft getrocknet. Auf die getrocknete Lackschicht wird ein Streifen transparentes Klebeband angedrückt. Der Klebestreifen wird langsam in möglichst spitzem Winkel, parallel zur behandelten Zahnoberfläche, abgezogen. Die Auswertung erfolgt visuell nach Abziehen des Klebestreifens. Hierbei wird beurteilt, wie gross der Anteil der auf dem Zahn verbliebenen Lackschicht ist und wie gut diese mechanisch zu entfernen ist. Dies kann mit einer grob abgestuften Skala (1–6: wobei 6 der beste Wert ist) bewertet werden:

- 1: Kein Lack nach Wasserlagerung vorhanden.
- 2: Ganze Lackschicht nach Wasserlagerung in einem Stück abgelöst.
- 3: Praktisch ganze Lackschicht nach Klebebandtest in einem Stück abgelöst.
- 4: Teilweise abgelöst, Rest mit Fingernagel entfernbare.
- 5: Matte Schicht, nichts abgelöst. Mit Fingernagel wegzukratzen.
- 6: Glatte Schicht, nichts abgelöst. Mit Fingernagel schlecht wegzukratzen.

Die unterschiedlichen Rückstände bzw. abgezogenen Lackschichten sind in Abbildung 6 deutlich zu erkennen. So bleibt nach der Applikation von Cervitec Plus auf trockenem Dentin nur ein kleiner Teil der Lackschicht am Klebeband hängen, während sich nach Applikation auf sehr feuchtem Dentin ein grösserer Anteil der Lackschicht ablöst. Das Vorgängerprodukt Cervitec bleibt auch nach Applikation auf trockenem Dentin komplett am Klebeband hängen.

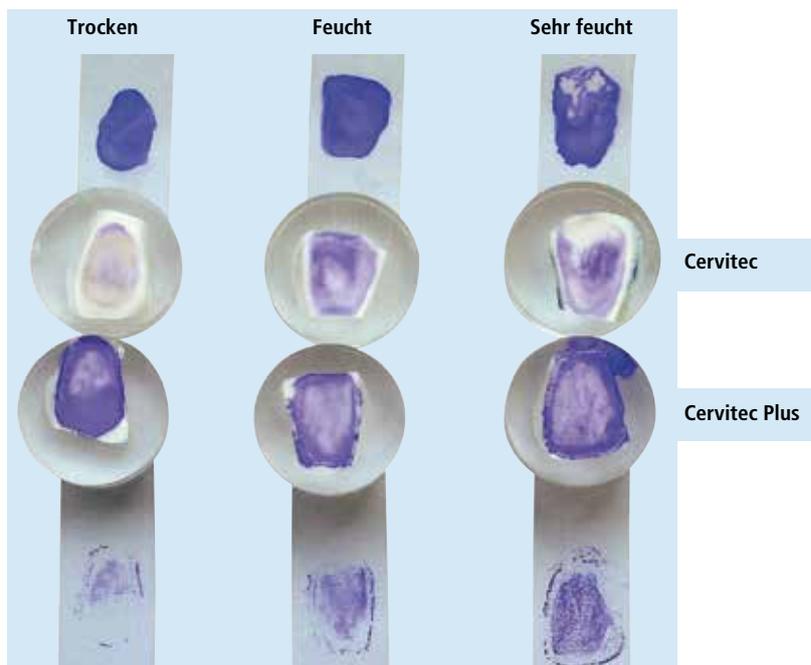


Abb. 6 Aussehen nach Abzugstest mit Klebeband: nach Applikation von eingefärbtem Cervitec (obere Reihe) bzw. Cervitec Plus (untere Reihe) auf poliertem Rinderdentin und anschliessender Wasserlagerung. Die Lackapplikation erfolgte auf trockenem, feuchtem und sehr feuchtem Dentin (von links nach rechts). [1]

Haftung auf Schmelz (in vitro)

Lackbasis	Konzentration Polymer [%]	Lösungsmittel [%]	Skala 1–6
Poly(ethylacrylat-co-methylmethacrylat-co-trimethylammonium-ethylmethacrylatchlorid)	10	80	3
Poly(vinylacetat-co-crotonsäure)	10	94	5
Poly(octylacrylamid-co-butylaminoethylmethacrylat-co-acrylat)	10	80	5.5
Polyvinylcaprolactam	10	80	1
Poly(vinylacetat-co-crotonsäure-co-vinylneodecanoat)	10	90	5
Poly(vinylacetat-co-butylmaleat-co-isobornylacrylat)	10	80	4
Polyvinylacetat	10	94	2
Poly(vinylpyrrolidon-co-vinylacetat)	10	80	1

Tabelle 2 Haftung verschiedener Polymere auf poliertem Rinderschmelz (F&E Ivoclar Vivadent AG, August 2015)

Nach Auftragen und Trocknen der Polymerlösung wurde mit einem Klebeband-Abzugstest die Haftung auf trockenem Schmelz grob bestimmt. Als Lösungsmittel wurde 80% bis 94%iger Ethanol verwendet. Die obige Tabelle zeigt deutlich die grossen Unterschiede in der Haftung verschiedener Lacke auf Schmelz. So löste sich z.B. eine Schicht aus

Polyvinylcaprolactam im Wasser bereits auf, andere Polymere wie Polyvinylacetat lösten sich komplett vom Zahn ab, während gut haftende Lacke den Zahn noch komplett bedeckten und sich nur mit mechanischer Einwirkung von der Zahnoberfläche entfernen liessen.

Haftung auf Schmelz (in vivo)

Zur besseren Sichtbarkeit des Lackes wurde Fluor Protector S mit wenig Farbstoff blau eingefärbt und mit einem Vivabrush G auf die im Luftstrom getrockneten Zähne aufgetragen. Die Applikation mit eingefärbtem sowie ungefärbtem Lack erfolgte nur im Oberkiefer im Bereich der sichtbaren Zähne. Nach dem

Fotografieren der Initialsituation wurde der Lippen-Wangen-Halter nach 1–2 Minuten entfernt und der Mund geschlossen. In verschiedenen Intervallen wurde der Verbleib der applizierten Lackschicht kontrolliert (Abbildungen 7–10).



Abb. 7 Fluoridlack direkt nach Applikation des Lacks



Abb. 8 Fluoridlack 2,5 Stunden nach Applikation des Lacks



Abb. 9 Fluoridlack 3,5 Stunden nach Applikation des Lacks, nach einem Mittagessen



Abb. 10 Fluoridlack 5,5 Stunden nach Applikation des Lacks, nach einem Mittagessen

Bestimmung der Ästhetik nach Auftrag

Zur Beurteilung der Ästhetik bleibt fast nur die in vivo-Applikation, da mit anderen Tests ausserhalb der Mundhöhle die Einflüsse der Temperatur und Feuchtigkeit, der Trocknung und der anschliessenden Benetzung mit Speichel nur unzureichend simuliert werden können.

Resultate: Ästhetik nach Applikation



Abb. 11 Sichtbarkeit nach Applikation: Vergleich von Fluor Protector S (links) mit Duraphat/Colgate (rechts), einem kolophoniumbasierten Lack mit 5% NaF, kurz nach dem Auftragen (F&E Klinik, Ivoclar Vivadent AG, Mai 2012)

Fluoridlacke

Anforderungen an Fluoridlacke

Ein Fluoridlack soll eine Schutzwirkung vor Demineralisation oder Erosion erzielen, indem er während der Verweildauer auf dem Zahn eine stark fluoridhaltige Schicht aus calciumfluorid-ähnlichen Präzipitaten erzeugt. Eine stark fluoridhaltige Schicht an der Zahnoberfläche kann entweder durch längere Einwirkung niedriger Fluoridkonzentrationen, durch kürzere Einwirkdauer mit höheren Fluoridkonzentrationen oder durch eine schnelle gezielte Abgabe des Fluorids an den Schmelz erhalten werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Lacke mit bereits gelöstem Fluorid direkt bei Applikation zu wirken beginnen, während bei Lacken mit suspendiertem Fluorid dieses zuerst noch durch den wässrigen Speichel gelöst und zur Zahnoberfläche transportiert werden muss.

Messung der Fluoridfreisetzung

200–300 µl Lack wurden mit einer Pipette in eine Kunststoff-Petrischale aufgetropft und gleichmässig mit einem Brush verteilt. Der Lack wurde kurz bei Raumtemperatur getrocknet, und nach Zugabe von künstlichem Speichel wurde die Petrischale horizontal leicht geschüttelt. Zu verschiedenen Zeitpunkten wurde der künstliche Speichel komplett gegen frischen ausgetauscht. Sämtliche Speichel-Proben wurden mit Puffer versetzt und die Fluoridkonzentration mit der ionenselektiven Fluoridelektrode vermessen.

Resultate: Fluoridfreisetzung

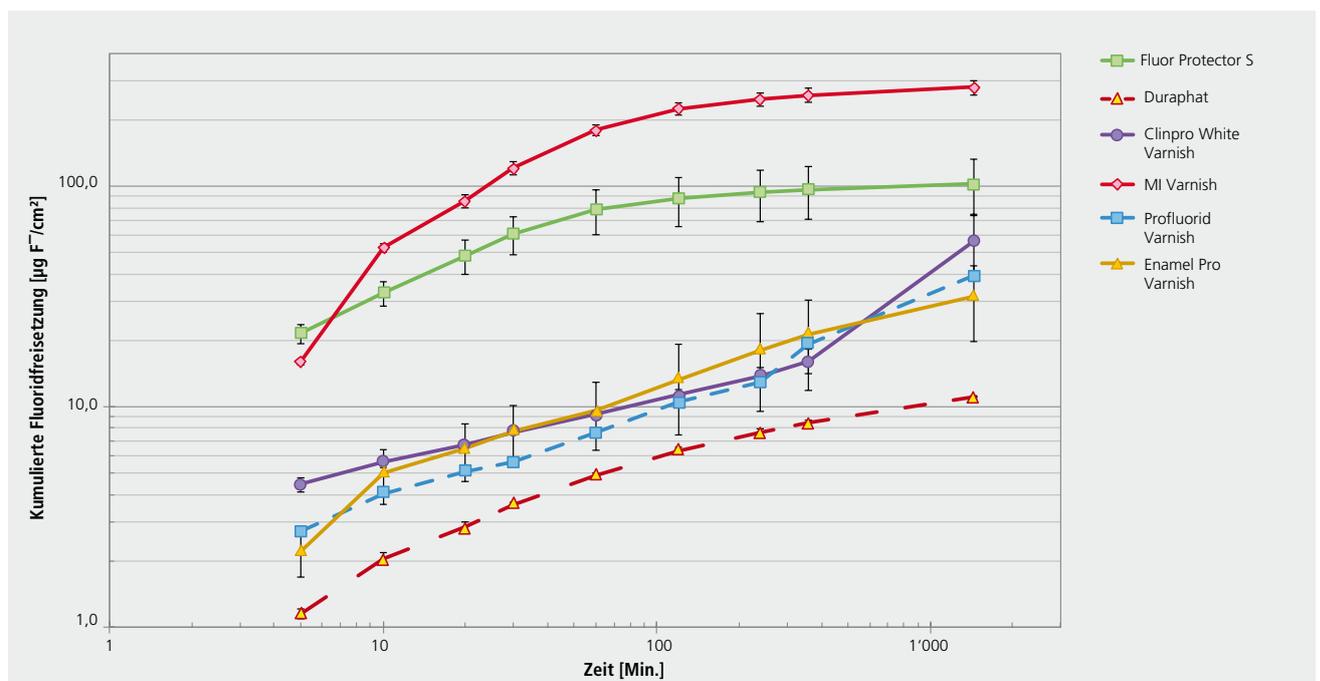


Abb. 12 Fluoridfreisetzung verschiedener Fluoridlacke (Duraphat/Colgate, Clinpro White Varnish/3M ESPE, MI Varnish/GC Corp., Profluorid Varnish/VOCO GmbH, Enamel Pro Varnish/Premier Dental) über 24h. Man beachte die logarithmischen Achsen. [2]

Fünf Lacke mit 5% NaF (22'600 ppm Fluorid) sowie Fluor Protector S mit 1,5% NH₄F (7'700 ppm Fluorid) zeigen sehr unterschiedliche Freisetzungprofile. Es ist kein Zusammenhang zwischen der Fluoridkonzentration im Lack und der Fluoridfreisetzung zu erkennen.

Messung der Fluoriddeposition im Schmelz

Alkalilösliches Fluorid:

Beim alkalilöslichen Fluorid handelt es sich um oberflächlich präzipitiertes Fluorid, hauptsächlich Calciumfluorid [3; 4]. Aus polierten Rinderzähnen wurden zylindrische Prüfkörper mit einem Durchmesser von ca. 4mm mit einem Diamanthohlbohrer ausgebohrt und mit verdünnter Milchsäure (eingestellt auf pH 4.4) demineralisiert. Danach wurden die Prüfkörper bis auf die Schmelzfläche mit einem fluoridfreien Adhäsiv versiegelt. Auf die freiliegende Schmelzfläche wurde der zu messende Lack appliziert, kurz an der Luft bei Raumtemperatur getrocknet und anschliessend für eine definierte Zeit in künstlichem Speichel bei 37°C gelagert, wobei nach 1h das Medium ausgetauscht wurde. Die Speichellösung wurde abgespült und der Lack mit einem geeigneten Lösungsmittel vollständig abgelöst. Der Prüfkörper wurde anschliessend in

Kalilauge während 24 Stunden bei Raumtemperatur gelagert um das alkalilösliche oberflächliche Fluorid aufzulösen. Die alkalische Lösung wurde mit verdünnter Salpetersäure neutralisiert und nach Zugabe eines Puffers zur Einstellung des pH-Wertes und der Ionenstärke mit einer ionenselektiven Fluoridelektrode vermessen.

Strukturell gebundenes Fluorid:

Das strukturell gebundene Fluorid stammt hauptsächlich aus Fluorapatit und ist somit im Kristallgitter im Schmelz eingebaut. Die Prüfkörper zur Bestimmung des alkalilöslichen Fluorids wurden zur Bestimmung des strukturell gebundenen Fluorids getrocknet und gegebenenfalls neu versiegelt. Anschliessend wurden sie mit Perchlorsäure (0.1 mol/l) versetzt und für 15 Min. die oberste Schmelzschicht (ca. 100 µm) weggeätzt. Nach Zugabe von Puffer wurde die Lösung wieder mit der ionenselektiven Fluoridelektrode vermessen.

Resultate: Schmelzfluoridierung durch Fluoridlacke

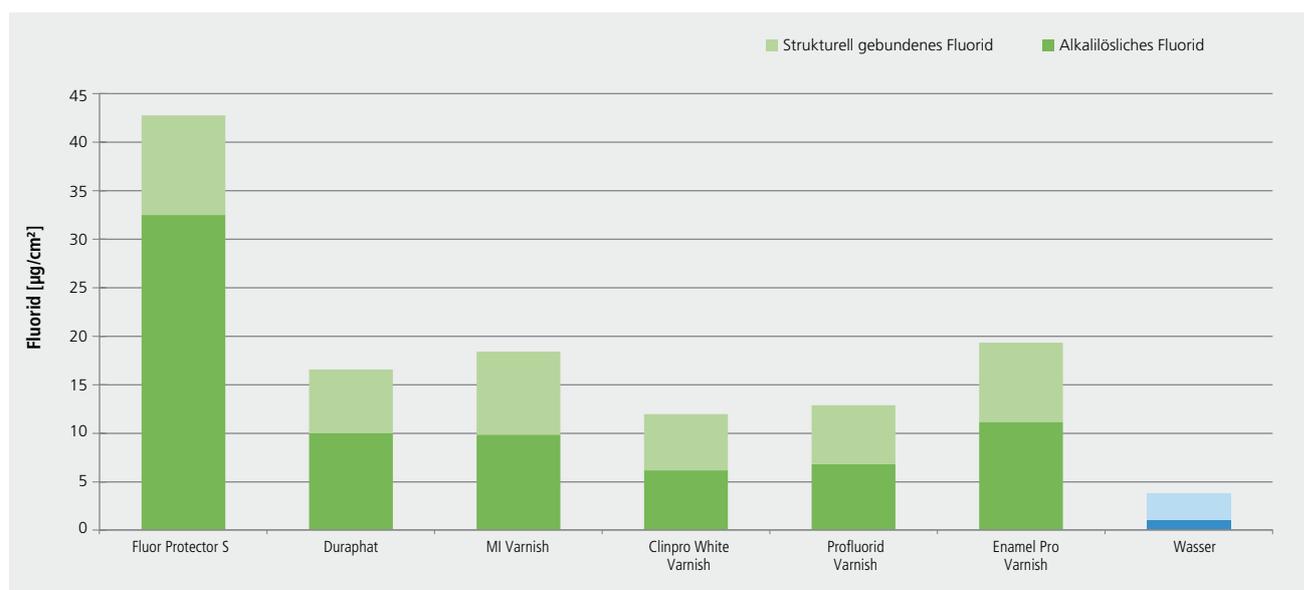


Abb. 13 Totales Fluorid verschiedener handelsüblicher Fluoridlacke (Duraphat/Colgate, Clinpro White Varnish/3M ESPE, MI Varnish/GC Corp., Profluorid Varnish/VOCO GmbH, Enamel Pro Varnish/Premier Dental): Schmelzfluoridierung nach 1h Lagerung in künstlichem Speichel nach Applikation auf poliertem, demineralisiertem Rinderschmelz. [2]

Fünf Lacke mit 5% NaF sowie Fluor Protector S mit 1.5% NH₄F zeigen unterschiedlich starke Schmelzfluoridierung. Obwohl Fluor Protector S weniger Fluorid als die anderen Lacke enthält, deponiert er nach einer Stunde mehr Fluorid auf und im Schmelz [2].

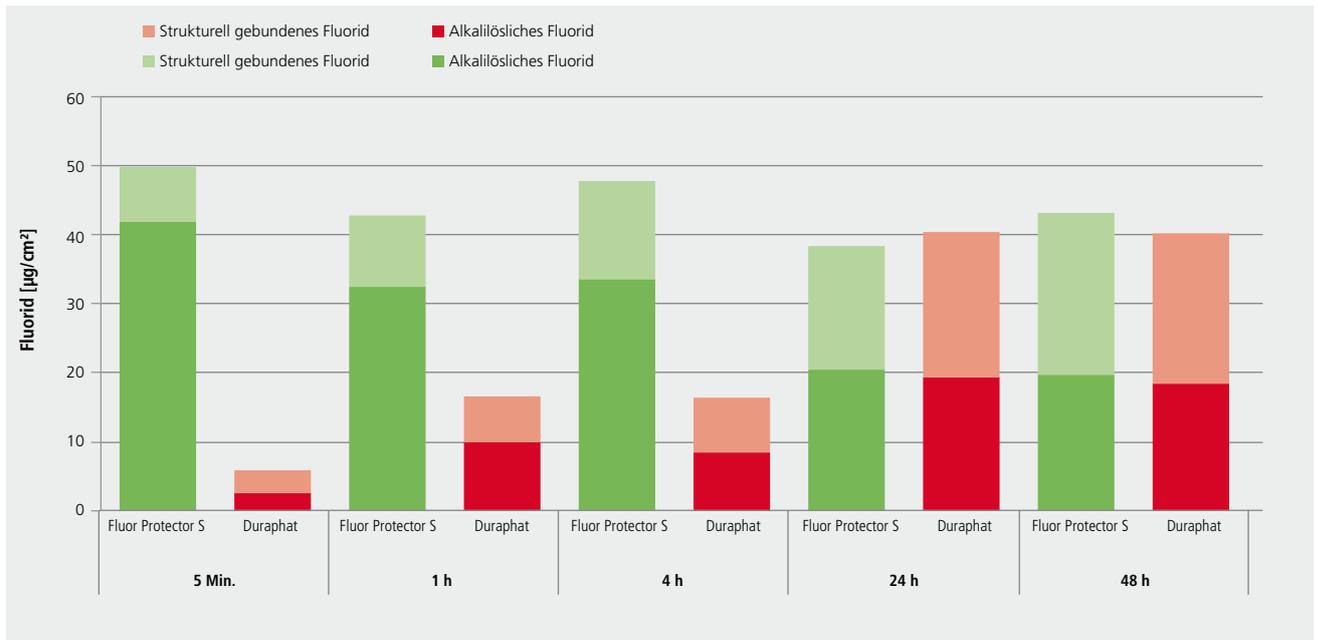


Abb. 14 Totales Fluorid in Abhängigkeit der Applikationsdauer: Vergleich von Fluor Protector S mit Duraphat/Colgate nach 1h – 48h Lagerung in künstlichem Speichel bzw. 5 Min. nach Applikation auf poliertem, demineralisiertem Rinderschmelz. [2]

Die Schmelzfluoridierung in Abhängigkeit der Einwirkdauer zeigt für Fluor Protector S eine schnelle und gute Fluoriddeposition vor allem von alkalilöslichem Fluorid auf der Oberfläche schon nach kurzer Einwirkzeit. Bei Duraphat erfolgt die Fluoriddeposition ungefähr zu gleichen Teilen auf und im Schmelz und erreicht dieselbe Schmelzfluoridierung wie Fluor Protector S erst nach längerer Einwirkzeit.

Antimikrobielle Lacke

Anforderungen an antimikrobielle Lacke

Bestimmte Bakterien im Biofilm produzieren Säure, die die Zahnhartsubstanz gefährdet. Ein antimikrobieller Schutzlack reduziert relevante Bakterien und trägt dazu bei, das Gleichgewicht der Keimflora in Richtung gesunder Verhältnisse

zu verschieben. Die Gefahr der Demineralisation verringert sich und remineralisierende Ionen können ihre Wirkung besser entfalten. Zusätzlich kann ein antibakterieller Lack durch die Reduktion der Keimbelastung auch weitere, durch Bakterien bedingte Probleme minimieren, wie zum Beispiel Entzündungen der Gingiva.

Die antibakterielle Schutzwirkung kann über die Präsenz der Lackschicht hinaus verlängert werden. Dies erfordert die Freisetzung spezieller kationischer Substanzen, welche sich über Wechselwirkung an den Hydroxyapatit des Zahnschmelzes anlagern können.

Messung der antimikrobiellen Wirkung

Mit einem Hemmhofest wurde untersucht, ob ein Probenmaterial antimikrobielle Eigenschaften aufweist oder nicht. Wirkt eine Substanz antimikrobiell, so wird das Wachstum der Mikroorganismen gehemmt, was durch einen sogenannten Hemmhof visuell sichtbar wird.

Hemmhofest mit festen Prüfkörpern:

Diese Methode wird eingesetzt, wenn das Prüfmaterial ein Feststoff ist, oder wenn das Prüfmaterial auf einem Trägermaterial aufgetragen wird. Dies können zum Beispiel Lacke, Gele oder Pasten sein, die auf ein Trägermaterial wie Teflon appliziert werden. Bei dieser Variante werden die Mikroorganismen auf der Oberfläche der Agarplatte ausgestrichen und stehen damit in direktem Kontakt mit dem zu testenden Material.



Abb. 15 Hemmhof gegen *S. mutans*: Hemmhof um einen Komposit-Prüfkörper mit einem chlorhexidinhaltigen Experimental-Lack. Innerhalb dieser Zone ist kein trüber Bewuchs durch Bakterien zu erkennen (F&E Biotechnologie, Ivoclar Vivadent AG, Februar 2006)

Resultate: Antibakterielle Wirkung

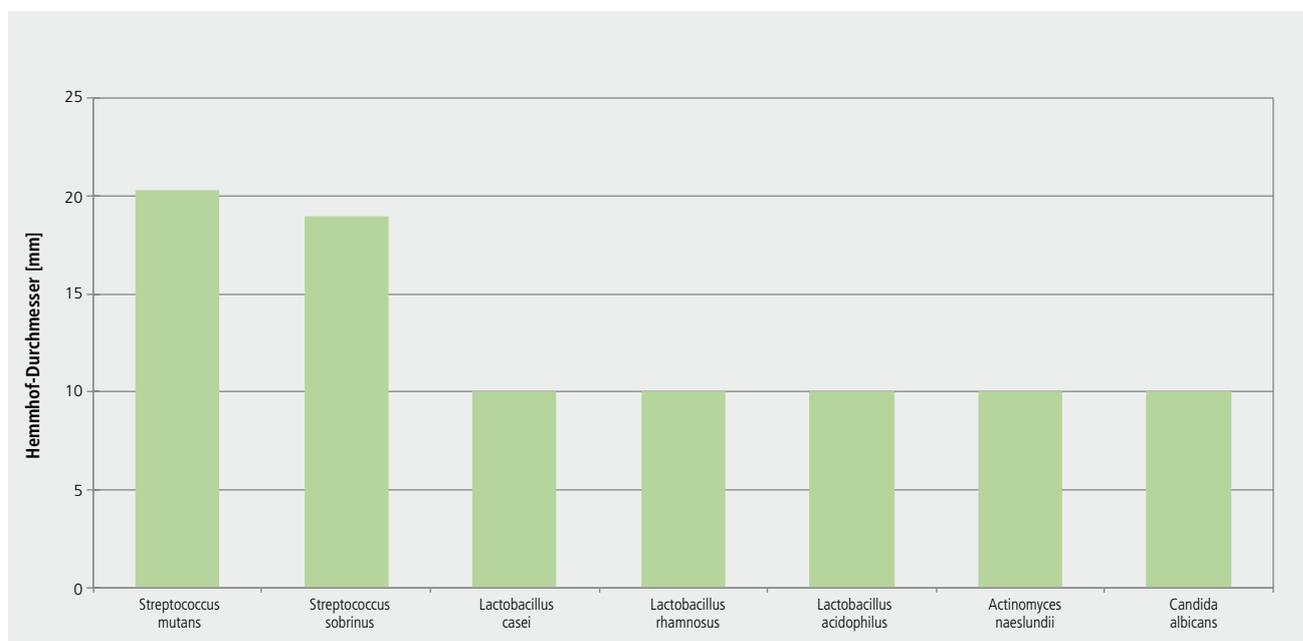


Abb. 16 Hemmhöfe von Cervitec Plus gegen verschiedene Keime. Der Lack wurde auf einen Kunststoffprüfkörper aufgetragen und nach dem Trocknen auf ein beimpftes Nährmedium gelegt. Messung inklusive Prüfkörperdurchmesser: das heisst, 10 mm bedeuten Kontaktinhibition unter dem Prüfkörper. [1]

Bleichlacke

Anforderungen an Bleichlacke

Ein Bleichlack enthält ein Oxidationsmittel, in der Regel ein Peroxid, welches nach Lackapplikation in den Zahn eindiffundiert. Peroxide sind bei den in der Mundhöhle vorherrschenden Bedingungen instabil, beim Zerfall entsteht aktiver Sauerstoff, der die Verfärbungen in farblose Verbindungen umwandelt. Eine lange Haftung des Lackes ist somit nicht wünschenswert, weil die Hauptwirkung des Peroxids innerhalb von Minuten erfolgt und danach mit der Konzentration schnell abnimmt. Anschliessend enthält der Lack keinen oder sehr wenig Wirkstoff, ein weiterer Verbleib am Zahn bringt somit keinen Zusatznutzen, und die Beschichtung soll wieder einfach entfernt werden können. Bedingt durch die kurze Applikationszeit muss der Lack im Hinblick auf Haftung und Ästhetik nicht höchsten Ansprüchen genügen. Wichtiger

ist die Wahl einer Formulierung, die eine einfache Handhabung sowie eine sichere Lagerung sowohl in der Praxis als auch Zuhause, am besten bei Raumtemperatur, ermöglicht.

Messung der Peroxidfreisetzung

Um die Freisetzung des Peroxids aus dem Lack zu messen, wird das Produkt in einer Petrischale ausgestrichen und mit Wasser überschichtet. Nach verschiedenen Zeitintervallen werden Proben genommen und die Konzentration des Peroxids mit einem enzymatischen Test bestimmt. Der Test verwendet Peroxidase als Katalysator und 2,2'-Azino-bis-(3-ethylbenzthiazolin-6-sulfonsäure) (ABTS) als Chromogen. In dem photometrischen Test oxidiert Wasserstoffperoxid in einer nachfolgenden, durch Peroxidase katalysierten Indikatorreaktion das Chromogen ABTS zu einem intensiv blaugrünen Farbstoff, dessen Bildung photometrisch bei einer Wellenlänge von 420 nm verfolgt werden kann [5; 6].

Resultate: Peroxidfreisetzung aus einem Bleichlack

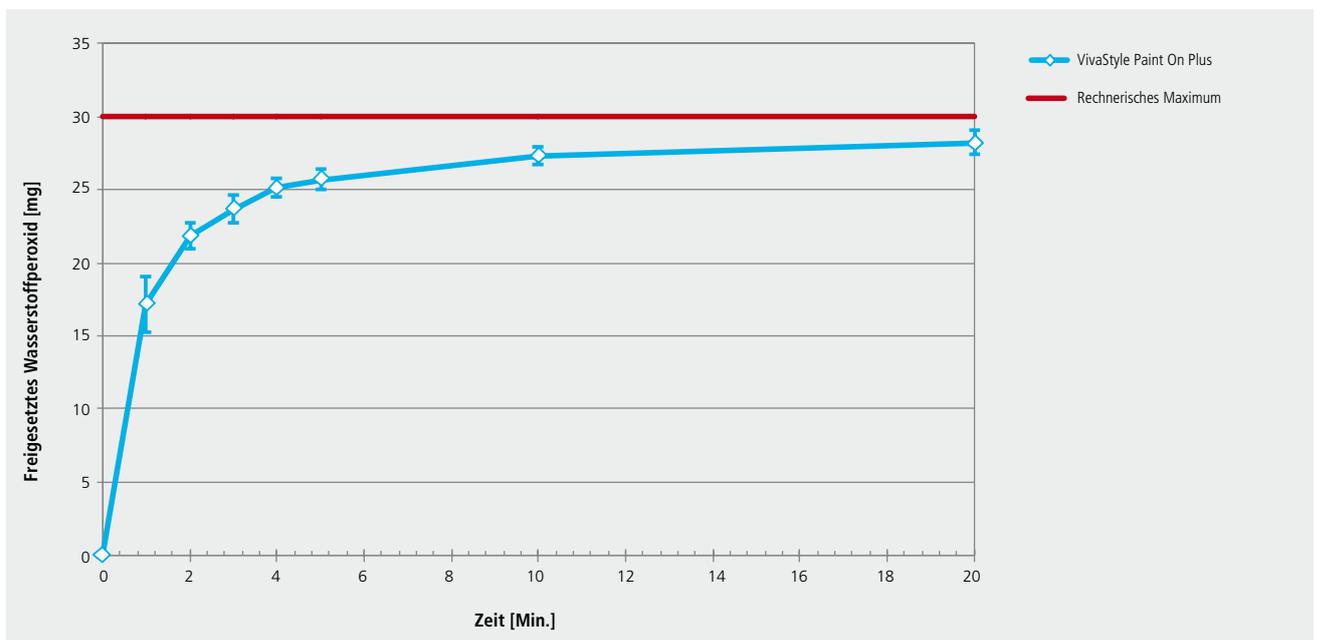


Abb. 17 Wasserstoffperoxidfreisetzung von VivaStyle Paint On Plus. Das enthaltene Wasserstoffperoxid wird in kurzer Zeit aus dem Ethylcellulose-basierten Lack freigesetzt. [8]

Dazu wird zuerst eine Standardkurve aufgenommen, indem Lösungen mit verschiedenen Wasserstoffperoxid-Konzentrationen hergestellt werden. 960 µl ABTS Lösung und 20 µl Peroxidaselösung werden in eine Küvette gegeben und im Photometer die Absorption bei 420 nm gemessen. Nach Zugabe von 20 µl der peroxidhaltigen Probelösung und kurzem Schütteln zur Durchmischung wird wieder gemessen. Im linearen Bereich kann mit Hilfe der Kalibrationsgeraden die Peroxidkonzentration in der Probe errechnet werden.

Messung der Veränderung der Oberflächenhärte (ISO 28399)

Zylindrische Prüfkörper aus poliertem Rinderschmelz wurden gereinigt und getrocknet und die Mikrohärtigkeit der Oberfläche bestimmt (Knoop Härte; 0.49N, 15s). Die Prüfkörper wurden mit VivaStyle Paint On Plus behandelt und 10 Minuten in künstlichen Speichel bei 37°C gelegt. Anschliessend wurde der Lack mit einer weichen Zahnbürste entfernt, die Oberfläche mit Rohwasser gespült, und der Prüfkörper in künstlichem Speichel bei 37°C ruhend gelagert. Die Behandlung wurde zweimal täglich über 7 Tage wiederholt (Anwendung gemäss Empfehlung in der Gebrauchsinformation). Nach der letzten Bleachingbehandlung wurden die Prüfkörper weitere 24 Stunden in künstlichem Speichel gelagert, bevor die Mikrohärtigkeitmessung durchgeführt wurde.

Resultate: Veränderung der Oberflächenhärte

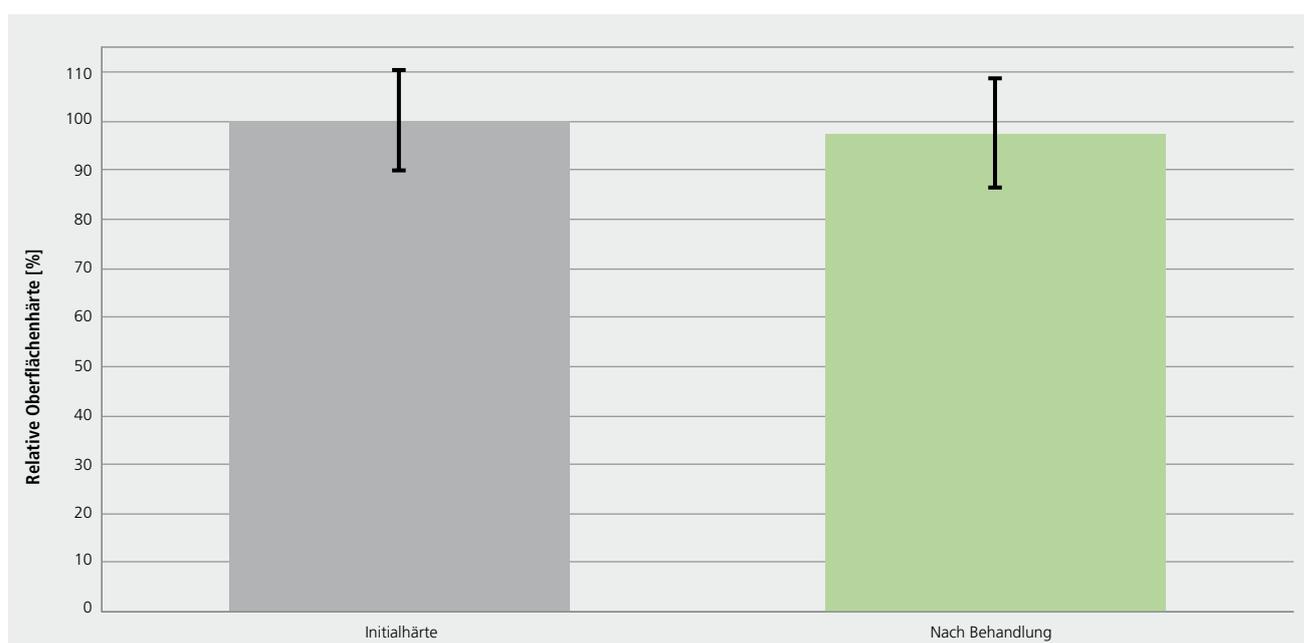


Abb. 18 Veränderung der Härte der Schmelzoberfläche nach Applikation von VivaStyle Paint On Plus: Messung gemäss ISO28399:2011 nach 14 Anwendungen zu je 10 Minuten und Lagerung in künstlichem Speichel bei 37°C. Die initial gemessene Härte entspricht 100%. (F&E Ivoclar Vivadent AG)

Bestimmung der Erosion von Schmelz und Dentin

In Harz eingebettete Rinderzähne wurden auf Schmelz bzw. Dentin geschliffen. Die Oberflächen der Zähne wurden am Rand mit Klebeband abgeklebt, so dass ein Steg von etwa 2–3 mm frei blieb. Schmelz bzw. Dentin wurde eine Woche lang zweimal täglich mit VivaStyle Paint On Plus für je 10 Minuten behandelt und in künstlichem Speichel bei 37°C zwischengelagert. Für die Negativkontrolle wurden die Zähne

mit Klebeband am Boden eines Becherglases fixiert, mit entionisiertem Wasser überschichtet und 60 Minuten bei 35°C gerührt. Für die Positivkontrolle wird eine 1%-ige Zitronensäurelösung (pH 3,9) statt des Wassers eingesetzt. Nach den jeweiligen Behandlungen wird das Klebeband vom Schmelz entfernt, die Klebereste mit Aceton entfernt und der Höhenunterschied im Oberflächenprofil des Zahns mit einem Profilometer ausgemessen.

Beispiel: Erosion

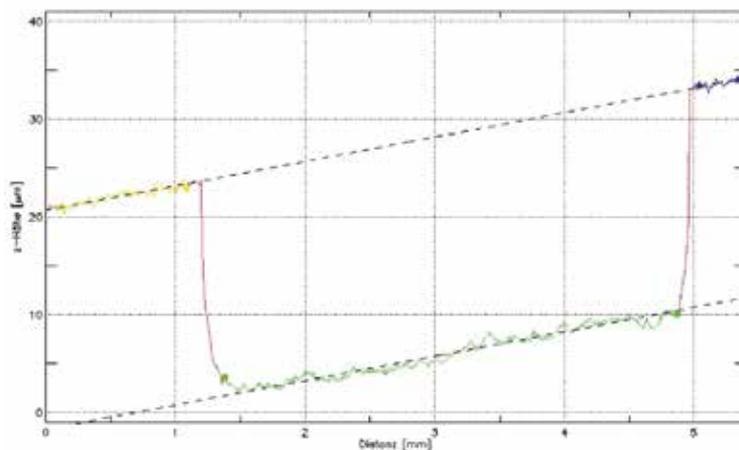


Abb. 19 Auswertung der Erosion von Schmelz mit Profilometrie: Die Zitronensäurelösung als Positivkontrolle löst den Schmelz weg und erzeugt so eine Stufe im Zahn (Beachte: Höhenunterschied in µm, X-Achse jedoch in mm). (F&E Ivoclar Vivadent AG)

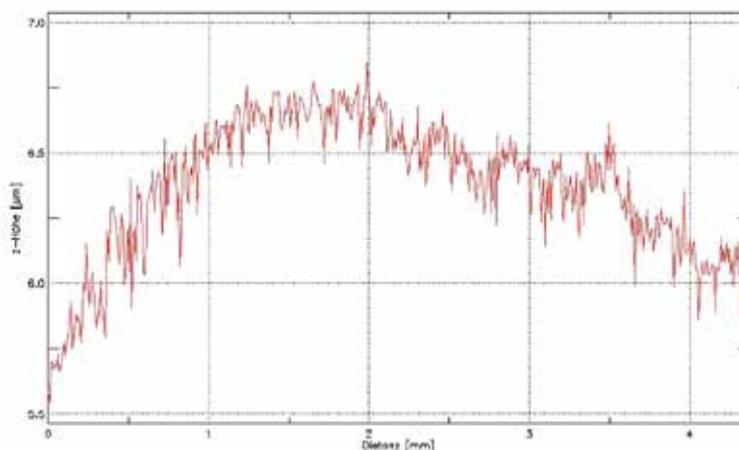


Abb. 20 Auswertung der Erosion von Schmelz mit Profilometrie: Bei VivaStyle Paint On Plus ist wie bei Wasser als Negativkontrolle kein auswertbarer Höhenunterschied zu erkennen (Beachte: Höhenunterschied in µm, X-Achse jedoch in mm). (F&E Ivoclar Vivadent AG)

Wie die beispielhaften Abbildungen 19 und 20 zeigen, wird durch die Behandlung mit dem Bleichlack VivaStyle Paint On Plus der Zahnschmelz nicht erodiert: auf einer Länge von mehr als 4mm sind nur Schwankungen bedingt durch die Oberflächenrauigkeit zu erkennen. Im Gegensatz dazu erzeugte die Zitronensäurelösung als Positivkontrolle eine mehr als 20µm tiefe Stufe im Schmelz.

Ermittlung der Zahnaufhellung

Mit einem Lack lassen sich verfärbte Zähne in kurzer Behandlungszeit in der Klinik aufhellen. Mit VivaStyle Paint On Plus liessen sich in zwei Sitzungen à 6x10 Minuten Applikationszeit deutliche Erfolge erzielen. Das Vorgehen war wie folgt:

Mit einem Lippen-Wangen-Halter wie OpraGate wird das Behandlungsfeld freigelegt und die Gingiva mit Vaseline abgedeckt. Der Bleichlack wurde in einem dünnen Film appliziert (von Eckzahn zu Eckzahn) und nach 10 Minuten wurde der getrocknete Lackfilm mit einem Scaler entfernt. Die Applikation wurde weitere 5x wiederholt und so eine totale Applikationsdauer von 60 Minuten erreicht. Nach einer Woche wurde die Behandlung wie beschrieben wiederholt und die Farbveränderung bewertet.

Resultate: In-vivo Zahnaufhellung mit VivaStyle Paint On Plus



Abb. 21 Ausgangssituation vor Behandlung: Vor der Applikation von VivaStyle Paint On Plus lag die Zahnfarbe im Bereich von A3 und B4 (VITA Shade Guide). [7]



Abb. 22 Situation nach abgeschlossener Behandlung: Durch mehrmalige Applikation von VivaStyle Paint On Plus konnte die Zahnfarbe um ca. 8 Stufen auf A2 bis B1 aufgehellt werden (VITA Shade Guide). [7]

Fazit

Bei der Entwicklung eines Dentallackes muss eine Vielzahl von Parametern berücksichtigt werden, die alle die Wirkung des Produktes beeinflussen können. Dabei gilt es, stets die Praxistauglichkeit und einfache, schnelle Applikation zu berücksichtigen, damit der Anwender den Gebrauch schnell und gern in die tägliche Routine integriert.

Auch der beste Lack wirkt nicht in der Flasche, sondern erst, wenn er auf den Zahn aufgetragen wird!

Damit ein Entwickler effizient und zielgerichtet entwickeln kann, braucht er zuerst eine „Batterie“ von Testmethoden, mit denen er im Labor die Leistungen von allen geforderten Eigenschaften messen kann. Manchmal können solche Messmethoden in der wissenschaftlichen Literatur gefunden werden, oft müssen diese aber selber entwickelt oder angepasst werden.

Auch die besten Labormethoden geben nur einen Hinweis auf das spätere Verhalten und die Wirkung im Mund, weshalb erst die Prüfung im klinischen Einsatz ein definitives Urteil zulässt.

Literatur

- [1] Weigand C, Goerge M, Bolis C, Grégoire G, Roulet J-F, Huwig AK. Desensitizing varnish with improved antimicrobial properties. J Dent Res 2007; 86 Special Issue B (Divisional abstracts online www.iadr.org) Abstract/Poster 0154. IADR 2007 Thessaloniki.
- [2] Bolis C, Härtli GP, Lendenmann U. Fluoride Varnishes – Is there a correlation between fluoride release and deposition on enamel? Oral Health Prev Dent 2015; 13: 545-556.
- [3] Caslavskva V, Moreno EC, Brudevold F. Determination of the calcium fluoride formed from in vitro exposure of human enamel to fluoride solutions. Arch Oral Biol 1975; 20: 333-339.
- [4] Øgaard B, Seppä L, Rølla G. Professional topical fluoride applications - clinical efficacy and mechanism of action. Adv Dent Res 1994; 8: 190-201.
- [5] Michal G, Möllering H, Siedel J. Chemical design of indicator reactions for the visible range. In: Methods of Enzymatic Analysis. Bergmeyer H, Bergmeyer J, Graßl M editors. VCH; Weinheim 1983; 197-232.
- [6] Werner W, Rey H-G, Wielinger H. Über die Eigenschaften eines neuen Chromogens für die Blutzuckerbestimmung nach der GOD/POD-Methode. Z Anal Chem 1970; 252: 224-228.
- [7] Duarte Sola Pereira da Mata A, Duarte Nuno da Silva M. A novel technique for In-Office Bleaching with a 6% hydrogen peroxide Paint-On Varnish. The European Journal of Esthetic Dentistry 2006; 1: 70-77.
- [8] Huwig AK, Bolis C, Grimm R, Rheinberger V. Biochemically based development of efficient bleaching varnishes. J Dent Res 2005; 84 Special Issue B (Divisional abstracts online: www.iadr.org) Abstract/Poster 0242. IADR 2005 Amsterdam.



Dr. Kathrin Fischer
Research Associate
Wissenschaftlicher Dienst

Klinische Studien: Highlights

Im Folgenden präsentieren wir Ihnen ausgewählte klinische Studien zu den Lacken von Ivoclar Vivadent, die eindrücklich deren Wirksamkeit innerhalb der verschiedenen Indikationen zeigen. Das Spektrum der Anwendungsmöglichkeiten reicht – je nach Produkt – von der Desensibilisierung über die Kariesprophylaxe bis hin zur Zahnaufhellung.

Zu den meisten der Produkte gibt es jedoch noch viel mehr wissenschaftliche Veröffentlichungen als die gezeigten, die die Leistungsfähigkeit und Wirksamkeit belegen. Einen umfassenden Überblick finden Sie in den jeweiligen Wissenschaftlichen Dokumentationen, die Sie kostenfrei auf unserer Homepage (www.ivoclarvivadent.com) herunterladen können.

Fluor Protector

Behandlung überempfindlicher Zahnhälse

Titel: Evaluation of a fluoride varnish for the treatment of dentine hypersensitivity

Ort der Studie: Lund University, Schweden

Zeitpunkt: 1990

Verfasser: B. Collaert, G. Söderholm, G. Bratthall, H. de Bruyn

Methode: An der Studie nahmen 15 Patienten teil, die durchschnittlich schon über 6,5 Jahre unter Dentin-Überempfindlichkeit litten. Die Empfindlichkeit gegenüber einem Luftzug oder Kratzen auf der Zahnoberfläche wurde zu Studienbeginn (Baseline 0 und Baseline 1) sowie nach 1 und 4 Wochen ermittelt. Ausserdem berichteten und bewerteten die Patienten ihre Empfindlichkeit gegenüber Temperatur und dem Zähneputzen. Bei Baseline 0 wurde eine Placebolösung appliziert; bei Baseline 1 und nach einer Woche Fluor Protector.

Ergebnisse: In Woche 4 war die Empfindlichkeit gegenüber allen Stimuli (Luftzug, Kratzen, Temperatur) signifikant vermindert (siehe Abbildung 1 für das Beispiel Temperatur). 11 Patienten empfanden eine deutliche Milderung ihrer Symptome nach der Behandlung mit Fluor Protector, so dass sie nicht mehr durch ihre schmerzempfindlichen Zähne beim Essen/Trinken oder Zähneputzen beeinträchtigt wurden, die restlichen vier empfanden ihre Überempfindlichkeit immer noch als stark. Diese vier Patienten litten an allen Zähnen unter Überempfindlichkeit.

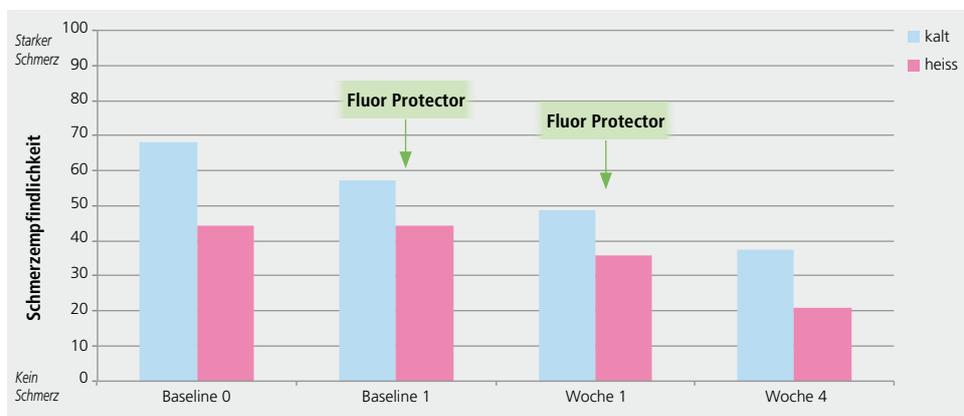


Abb. 1 Reduktion der Hypersensibilität nach der Anwendung von Fluor Protector. Die Schmerzempfindung bei Patienten mit überempfindlichen Zahnhälse wurde vor und nach der Anwendung von Fluor Protector untersucht. Eine deutliche Reduktion der Überempfindlichkeitsreaktion auf Heiss-Kalt-Stimuli nach der Behandlung mit Fluor Protector ist klar ersichtlich.

Schlussfolgerung: Fluor Protector reduziert Dentin-Überempfindlichkeit, auch wenn diese schon über Jahre besteht.

Referenz: Collaert et al. 1990 [1]

Fluor Protector

Erhöhung der Schmelzresistenz

Titel: Influence of various fluoride varnishes on mineral loss under plaque

Ort der Studie: Dental School, University of Groningen, Niederlande

Zeitpunkt: 1988

Verfasser: H. de Bruyn, L.J. Van Rijn, D.J. Purdell-Lewis, J. Arends

Methode: In dieser Studie wurde der schützende Einfluss verschiedener Fluoridlacke unter demineralisierenden Bedingungen untersucht. Dazu trugen 15 Personen Schmelzscheiben aus humanen Frontzähnen für 2, 4 oder 6 Monate im Mund. Bevor diese eingesetzt wurden, wurden Lacke für 24 Stunden auf die Scheiben aufgetragen und dann wieder entfernt. *In vivo* durfte sich auf den Schmelzscheiben Plaque ansammeln. Die Personen benutzten eine fluoridfreie Zahnpasta. Folgende Lacke wurden untersucht: Ein Placebolack ohne Fluorid, Duraphat (Colgate) und Fluor Protector mit verschiedenen Fluorid-Konzentrationen (0,7%, 0,1% und 0,05%). Die Läsionstiefe sowie der Mineralverlust und die Mineralverteilung wurden am Ende jeder experimentellen Phase mittels Mikroradiographie untersucht.

Ergebnisse: Nach 4 Monaten erzielten alle Fluor-Protector-Varianten eine signifikant höhere Schutzwirkung als Duraphat, das nicht unterschiedlich von der fluoridfreien Kontrollgruppe war (siehe Abbildung 2). Die verschiedenen Fluoridkonzentrationen in Fluor Protector waren nicht signifikant verschieden – sie schützten gleichermaßen vor Demineralisierung unter der Plaque. Nach 6 Monaten waren die Läsionstiefen aller Fluoridlacke vergleichbar – es zeigte sich, dass nach dieser Zeit keine Schutzwirkung mehr vorhanden war.

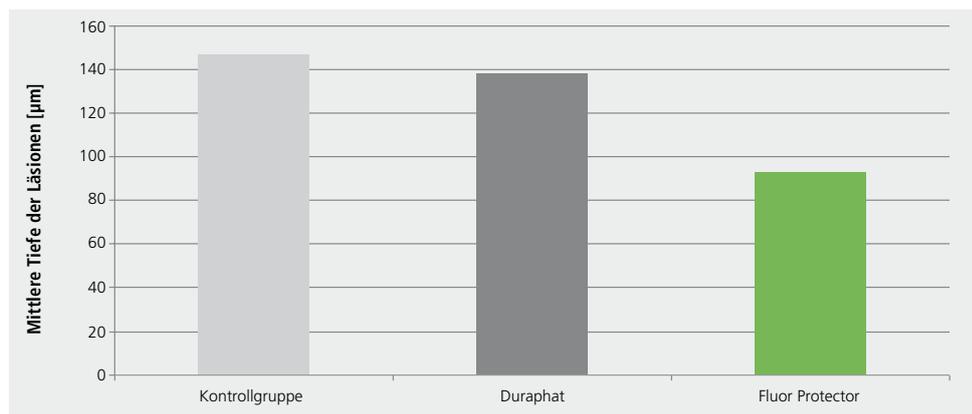


Abb. 2 Mittlere Läsionstiefe in humanem Schmelz unter Plaque nach Behandlung mit Fluoridlacken nach 4 Monaten. Der Schmelz wurde einmal entweder mit einem nicht-fluoridierten Lack (Kontrollgruppe), Fluor Protector (mit 0,1% Fluorid) oder Duraphat behandelt. Die mittlere Läsionstiefe unter Plaque wurde mikroradiografisch ausgewertet. Nach Behandlung mit Fluor Protector war die Läsionstiefe wesentlich geringer als in der Kontrollgruppe und der Duraphatgruppe.

Schlussfolgerung: Fluor Protector bietet wirkungsvollen Schutz gegen Demineralisierung, auch unter hoch kariogenen Bedingungen.

Referenz: De Bruyn et al. 1988 [2]

Fluor Protector

Erhöhung der Schmelzresistenz

Titel: Application of quantitative light induced fluorescence to monitor incipient lesions in caries active children. A comparative study of remineralisation by fluoride varnish and professional cleaning

Ort der Studie: Institute of Odontology, Karolinska Institutet, Stockholm, Schweden

Zeitpunkt: 2001

Verfasser: S. Tranaeus, S. Al-Khateeb, S. Björkman, S. Twetman, B. Angmar-Månsson

Methode: Diese randomisierte, kontrollierte Studie verglich die Schmelzdemineralisation ("white spot lesions") in kariesaktiven Jugendlichen nach verschiedenen Behandlungen. Eine Gruppe (n=13) wurde mit Fluor Protector (FP) behandelt und erhielt eine professionelle Zahnreinigung, die andere Gruppe (n=18) erhielt nur eine professionelle Zahnreinigung. In der FP-Gruppe wurde der Lack bei Baseline, eine Woche später und dann alle 6 Wochen während 6 Monaten appliziert. In der Kontrollgruppe wurde einmal alle 6 Wochen 6 Monate lang eine professionelle Zahnreinigung durchgeführt. Die Fluoreszenz des Schmelzes wurde zu Beginn der Studie und bei jedem Besuch mittels quantitativer, lichtinduzierter Fluoreszenzmessung bestimmt.

Ergebnisse: Die demineralisierten Läsionen, die mit Fluor Protector behandelt wurden, veränderten sich in Abhängigkeit von der Zeit (siehe Abbildung 3). Die Fluoreszenz, ein Mass für den Mineralgehalt, nahm zu. Solche Veränderungen wurden bei der Kontrollgruppe nicht gefunden. Der Unterschied in der durchschnittlichen Veränderung der Fluoreszenz zwischen der Kontroll- und der Testgruppe war statistisch signifikant.

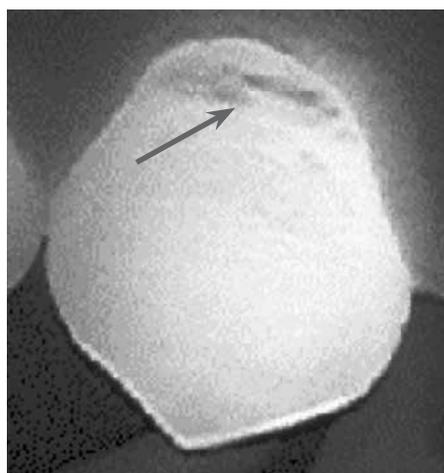


Abb. 3a Fluoreszenzbild einer demineralisierten Stelle bei Studienbeginn. Der demineralisierte Bereich (Pfeil) erscheint dunkel. Gesunder Schmelz zeigt eine hohe Fluoreszenz, während demineralisierte Bereiche eine geringere Fluoreszenz haben.

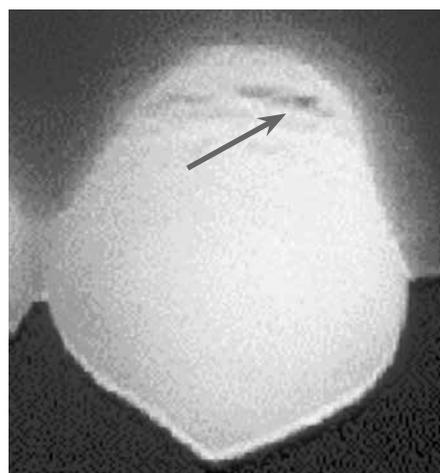


Abb. 3b Fluoreszenzbild einer demineralisierten Stelle nach 6-monatiger Behandlung mit Fluor Protector. Die Größe des demineralisierten Flecks (Pfeil) ist merklich kleiner, die Fluoreszenz ist erhöht.

Schlussfolgerung: Die wiederholte Anwendung von Fluorid in Form von Fluor Protector bewirkt die Remineralisierung von demineralisierten Schmelz-Bereichen.

Referenz: Tranaeus et al. 2001 [3]

Fluor Protector

Kariesprophylaxe

Titel: Caries-preventive effectiveness of a fluoride varnish: a randomized controlled trial in adolescents with fixed orthodontic appliances

Ort der Studie: Public Orthodontic Clinic Skellefteå and Lycksele, Schweden

Zeitpunkt: 2007

Verfasser: C. Stecksén-Blicks, G. Renfors, N.D. Oscarson, F. Bergstrand, S. Twetman

Methode: Diese randomisierte, placebokontrollierte Doppelblindstudie untersuchte die Wirksamkeit von topisch angewendeten Fluoridlacken gegen initiale Kariesläsionen („white spot lesions“, WSLs) bei Jugendlichen mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen. Die Patienten waren 12 bis 15 Jahre alt, die Test- und Kontrollgruppe umfasste 137 resp. 136 Teilnehmer. In der Testgruppe wurde über einen Zeitraum von 6 Wochen Fluor Protector einmal wöchentlich aufgetragen, in der Kontrollgruppe ein Placebolack. Bei der Entfernung der Brackets wurden Inzidenz und Progression von White-Spot-Läsionen auf der Grundlage von digitalen Bildern von zwei unabhängigen Prüfern untersucht.

Ergebnisse: Die Prävalenz von Schmelzdemineralisationen zu Beginn der Studie war in beiden Gruppen vergleichbar (4,3% in der Fluor Protector Gruppe und 4,0% in der Kontrollgruppe). Bei der Entfernung der Brackets lag die Prävalenz initialer Kariesläsionen bei 11,7% in der Fluor-Protector-Gruppe gegenüber 29,7% in der Kontrollgruppe. Es zeigte sich also ein signifikanter Unterschied zwischen der Testgruppe und der Kontrollgruppe (siehe Abbildung 4). Die durchschnittliche Progression war ebenfalls signifikant niedriger in der Fluoridlackgruppe ($0,8 \pm 2,0$) als in der Placebogruppe ($2,6 \pm 2,8$). Ausserdem zeigte die Auswertung der Ergebnisse, dass die Behandlung mit Fluor Protector die Inzidenz von Schmelzdemineralisation im Vergleich zur Kontrollgruppe verringert.

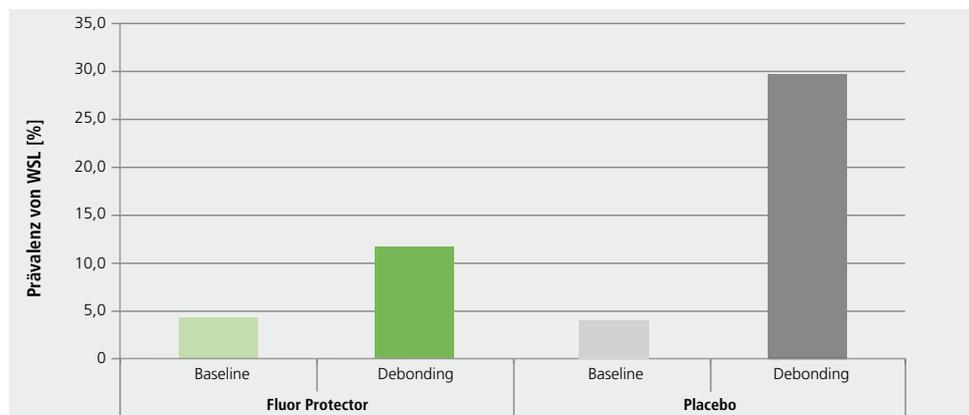


Abb. 4 Prävalenz von Initialkariesläsionen (White-Spot-Läsionen, WSL) in KFO-Patienten nach der Behandlung mit Fluor Protector oder einem Placebolack. 273 Jugendliche mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen wurden während 6 Wochen einmal wöchentlich entweder mit Fluor Protector (n=137) oder mit Placebolack behandelt (n=136). Die Prävalenz von WSL wurde bei Baseline und nach der Entfernung der Brackets bewertet. Die Behandlung mit Fluor Protector hat die Häufigkeit von Schmelzdemineralisationen klar verringert.

Schlussfolgerung: Fluor Protector reduziert die Entstehung von Initialkariesläsionen während einer kieferorthopädischen Behandlung.

Referenz: Stecksén-Blicks et al. 2007 [4]

Fluor Protector

Kariesprophylaxe

Titel: Preventive oral health care programme for Filipino children

Ort der Studie: Grundschulen in Misamis Oriental, Northern Minanao, Philippinen

Zeitpunkt: 1998–2002

Verfasser: B. Monse-Schneider, R. Heinrich-Weltzien

Methode: Im Jahr 1998 wurde in 19 Grundschulen auf den Philippinen ein Karies-Präventionsprogramm gestartet. Es umfasste atraumatische Restaurationsbehandlungen für kariöse Zähne, tägliches begleitetes Zähneputzen mit fluoridierter Zahnpasta und die Applikation von Fluor Protector durch ausgebildete Eltern alle 4 Monate sowie verschiedene pädagogische Aktivitäten mit Kindern, Eltern und Lehrern. Zu Studienbeginn wurden 1600 7-jährige Kinder untersucht. Diese Kinder zeigten eine durchschnittlich Kariesprävalenz von 7,2 dmft (kariöse, fehlende und gefüllte Zähne) für das Milchgebiss und 1,2 DMFT für das bleibende Gebiss. Nur 8,8% waren gänzlich kariesfrei.

Ergebnisse: Drei Jahre später waren von den 1162 nochmals untersuchten Kindern 16,2% kariesfrei (siehe Abbildung 5); die restlichen Kinder zeigten eine durchschnittliche Kariesinzidenz von 1,6 DMFT. Die niedrige Zunahme von 0,4 DMFT in der Kariesinzidenz wurde als Beweis für die Wirksamkeit des umfassenden Präventionsprogramms gewertet – ohne Intervention wurde eine jährliche Zunahme des DMFT-Indexes von mindestens 1,0 erwartet, also etwa 3,0 über einen Zeitraum von 3 Jahren.

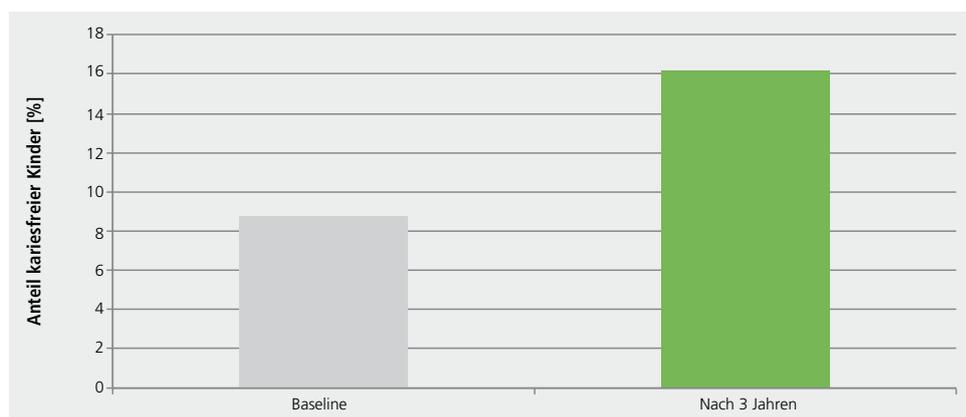


Abb. 5 Zunahme von kariesfreien Kindern in einem Kariespräventionsprogramm auf den Philippinen, das u.a. Fluor Protector einsetzte. 1600 Kinder im Alter von 7 Jahren wurden einem umfassenden Mundgesundheits- und Präventionsprogramm unterzogen, welches unter anderem begleitetes Zähneputzen und die Anwendung von Fluor Protector alle 4 Monate beinhaltete. Der Prozentsatz der kariesfreien Kinder hatte sich nach 3 Jahren praktisch verdoppelt, 16,2% gegenüber 8,8%.

Schlussfolgerung: Fluor Protector bewährte sich auch unter Feldbedingungen zur Kariesprophylaxe bei Kindern.

Referenz: Monse-Schneider et al. 2002 [5]

Fluor Protector

Kariesprophylaxe bei Tumorpatienten

Titel: Strategies for prevention and treatment of head and neck radiotherapy complications – oral health improvement using fluoride containing products

Ort der Studie: University of Zagreb, Kroatien

Zeitpunkt: 2010–2012

Verfasser: I. Alajbeg, A. Andabak Rogulj, I. Bakale Hodak, K. Gršić, M. Pastorčić Grgić, B. Stubljar

Methode: 11 Krebs-Patienten nahmen an dieser prospektiven Pilotstudie teil. Sie mussten wegen Tumoren im Hals/Kopf/Mund-Bereich mit Bestrahlungen behandelt werden. Da die Mundschleimhaut und die Speicheldrüsen häufig im Bestrahlungsfeld liegen, kommt es bei Bestrahlungstherapien zu verschiedenen unerwünschten Nebenwirkungen wie Mukositis, Xerostomie, Karies und Knochenabbau. Das Ziel der Studie war, zu untersuchen, ob eine intensive Kariesprophylaxe bei diesen Patienten zu einer Verbesserung der Mundgesundheit führen kann. Dazu wurde für die ersten 3 Monate zweimal wöchentlich Fluor Protector Lack aufgetragen, anschliessend in den nächsten 3 Monaten monatlich. Ausserdem benutzten die Patienten zuhause 2- oder 4-mal Cervitec Gel und Cervitec Liquid ein- oder zweimal täglich. Der Kariesrisikostatus wurde mit dem CRT bacteria zu Beginn, nach 3 und 6 Monaten bestimmt; zusätzlich wurde auch die Pufferkapazität des Speichels mit CRT buffer ermittelt. Initiailläsionen wurden zudem klinisch und mit DIAGNOdent (KaVo) erfasst. Ausserdem wurden die Patienten in einem Fragebogen zur Lebensqualität befragt.



Abb. 6a Demineralisierte Stellen (siehe Markierung) bei einem Tumorpatienten vor Anwendung von Fluor Protector und anderen Prophylaxeprodukten.



Abb. 6b Nach 6 Monaten Behandlung mit Prophylaxeprodukten sind die demineralisierten Stellen verschwunden.

Ergebnisse: Die Anzahl der Mutans-Streptokokken nahm durch das Prophylaxeprogramm ab. Nach der Behandlung lagen weniger Patienten in der Karieshochrisikogruppe. Demineralisierte Läsionen gingen zurück (siehe Abbildung). Der Zustand von Zähnen und Schleimhaut verbesserte sich, die Lebensqualität der Patienten stieg.

Schlussfolgerung: Patienten mit einem Tumor im Kopf/Hals/Mund-Bereich profitieren von einem Kariespräventionsprogramm, das die regelmässige Anwendung von Fluor Protector, Cervitec Gel und Cervitec Liquid beinhaltet.

Referenz: Alajbeg et al. 2012 [6]

Fluor Protector und Cervitec*

Kariesprophylaxe bei freiliegenden Wurzeloberflächen

Titel: The effects of the combination of chlorhexidine/thymol- and fluoride-containing varnishes on the severity of root caries lesions in frail institutionalized elderly people

Ort der Studie: Dental Caries Research Group, GKT Dental Institute, London, Vereinigtes Königreich

Zeitpunkt: 2002

Verfasser: S.R. Brailsford, J. Fiske, S. Gilbert, D. Clark, D. Bighton

Methode: Die Autoren dieser randomisierten Doppelblind-Longitudinalstudie verglichen die klinische Wirksamkeit einer Kombination aus Fluor Protector und Cervitec bei bestehenden Wurzelkariesläsionen in einer Gruppe von 102 gebrechlichen, älteren Probanden im Alter von 78-87 Jahren. Die Probanden wurden zufällig einer Test- oder Placebogruppe zugeordnet. Alle Probanden erhielten Fluor Protector auf ihre lederartigen und weichen Wurzelkariesläsionen. Die Testgruppe erhielt zusätzlich zu Fluor Protector auch Cervitec, während die Placebogruppe zusätzlich zu Fluor Protector mit einem Placebolack behandelt wurde. Die Behandlungen wurden innerhalb eines Jahres fünfmal wiederholt.

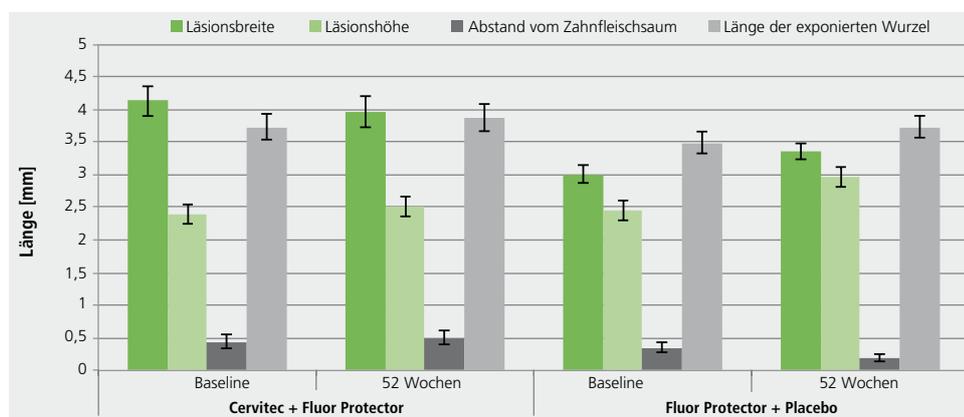


Abb. 7 Entwicklung von Wurzelkariesläsionen über einen Zeitraum von 52 Wochen nach Behandlung mit einer Kombination aus Cervitec und Fluor Protector bzw. Fluor Protector und einem Placebolack.

Ergebnisse: In der Testgruppe (Cervitec + Fluor Protector) zeigte sich keine signifikante Veränderung im klinischen Schweregrad der Läsionen. In der Placebogruppe (Placebolack + Fluor Protector) jedoch nahmen die durchschnittliche Läsionsbreite sowie die Höhe und Länge der freiliegenden Wurzel sowie der Abstand zum Zahnfleischsaum signifikant zu (siehe Abbildung).

Schlussfolgerung: Die Kombination von Cervitec und Fluor Protector stellt eine nützliche, einfache, schnelle und nicht-invasive Methode dar, bestehende Wurzelkariesläsionen in älteren Menschen zu überwachen und zu behandeln.

Referenz: Brailsford et al. 2002 [7]

* Cervitec ist der Vorgänger des Lackes Cervitec Plus. Die beiden Lacke enthalten dieselben Wirkstoffe in derselben Konzentration in einer bei Cervitec Plus optimierten Lackbasis.

Cervitec Plus

Reduktion bakterieller Aktivität auf der Zahnoberfläche

Titel: Microbiological changes in plaque and saliva after using chlorhexidine varnish in orthodontic patients treated with fixed appliances

Ort der Studie: Semmelweis University Budapest, Ungarn

Zeitpunkt: 2014

Verfasser: M. Madléna, G. Nagy

Methode: Bei 29 Patienten (Durchschnittsalter 16,5 +/- 2,75 Jahre) wurde zu Studienbeginn die Höhe der Besiedlung mit Mutans Streptokokken und Laktobazillen mit dem CRT-bacteria-Test in Speichel und Plaque bestimmt. Ausserdem wurde die Anzahl der Initialläsionen („white spot lesions“) ermittelt. Nachdem die Patienten eine festsitzende kieferorthopädische Apparatur erhalten hatten, wurde zufällig entweder im linken oder rechten Quadranten desselben Kieferbogens Cervitec Plus oder ein Placebolack ohne antimikrobielle Wirkstoffe aufgetragen. Die Lackapplikation wurde monatlich über einen Zeitraum von 6 Monaten wiederholt, dabei wurde jeweils vorher der Bakterienstatus bestimmt. Nach 6 Monaten wurde zusätzlich die Anzahl von Initialläsionen nochmals erhoben.

Ergebnisse: Die Zahl der Bakterien nahm im Verlauf der Studie konstant ab. Die Reduktion auf den Zähnen, die mit Cervitec Plus behandelt wurden, war statistisch signifikant höher als auf den „Placebo“-Zähnen (siehe Abbildung 8). Auch die Anzahl der neuen Initialkariesläsionen war im mit Cervitec-Plus-behandelten Quadranten kleiner als im Quadranten, der den Placebolack erhielt (siehe Abbildung 9).

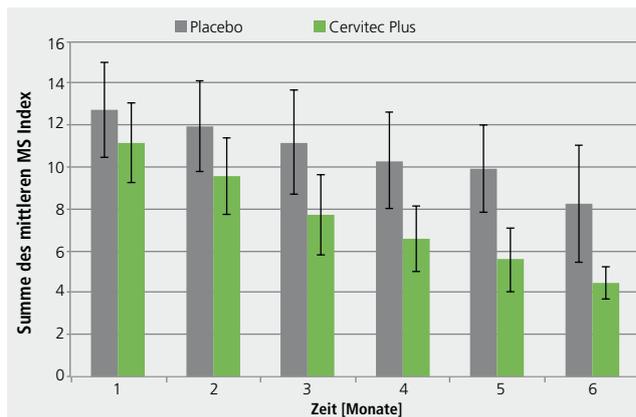


Abb. 8 Abnahme der *S.mutans*-Zahlen (Summe der Mittelwerte von je 4 Zähnen pro Patient) nach der Behandlung mit Cervitec Plus (grün) oder einem Placebolack (grau) in KFO-Patienten über 6 Monate [9].

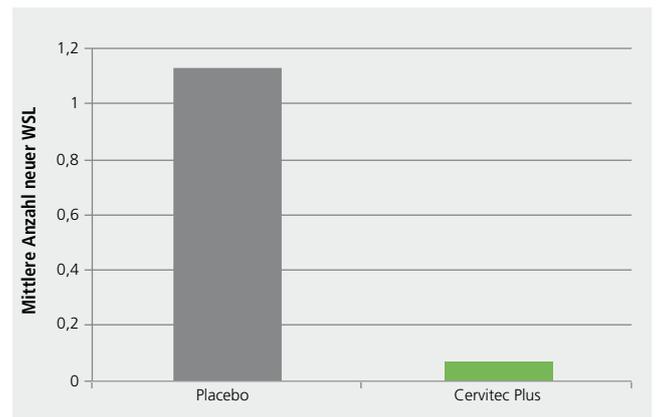


Abb. 9 Anzahl der neuen Initialkariesläsionen („white spot lesions“) in der Kontroll- (Placebo) und der Testgruppe (Cervitec Plus) nach 6 Monaten [8].

Schlussfolgerung: Cervitec Plus reduziert die Belastung mit kariogenen Bakterien. Dies ist vor allem bei KFO-Patienten wichtig, denn dadurch kann das Auftreten von Initialkariesläsionen, die bei dieser Patientengruppe eine unerwünschte Begleiterscheinung der Behandlung sein können, minimiert werden.

Referenz: Lipták et al. 2015 und Madléna et al. 2013 [8; 9]

VivaSens und VivaStyle Paint On Plus

Behandlung von Sensibilitäten nach Bleichbehandlungen

Titel: Influence of a desensitizing agent on efficacy of a paint-on bleaching agent

Ort der Studie: Universität Göttingen, Deutschland

Zeitpunkt: 2008

Verfasser: D. Ziebolz, C. Hannig, T. Attin

Methode: Das Ziel dieser Studie war, die klinische Wirksamkeit und Sicherheit von VivaSens in Zusammenhang mit einer Bleichbehandlung mit VivaStyle Paint On Plus (6% Wasserstoffperoxid) zu beurteilen. Insgesamt 80 Patienten wurden zufällig zwei Gruppen zugeordnet (n=40 pro Gruppe). Gruppe A erhielt das Bleichmittel ohne vorherige Anwendung von VivaSens; Gruppe B wendete das Bleichmittel nach einmaliger Applikation von VivaSens an. Die Zahnfarbe wurde am Studienanfang (Baseline) und nach zehn Tagen mit einem VITA-Zahnfarbenschlüssel bestimmt. Die Sensibilitätsreaktion wurde mittels eines kalten Luftstroms ausgelöst und auf einer Skala von 1 (keine Sensibilität) bis 10 (hohe Sensibilität) bewertet. Die Sensibilität wurde zu Beginn der Studie, sowie nach sieben Tagen (Abschluss der Bleichbehandlung) und zehn Tage nach Ende der Bleichbehandlung ermittelt. Patienten (n=23), die nach der Bleichbehandlung eine Hypersensibilität aufwiesen, wurden mit VivaSens oder einem Placebo behandelt. Dabei wurde das Abklingen der durch die Bleichbehandlung hervorgerufenen Hypersensibilität untersucht.

Ergebnisse: Es konnte kein Unterschied bzgl. des Bleicherfolges zwischen den Gruppen mit und ohne VivaSens festgestellt werden. Die Zahnfarben wurden um $2,7 \pm 1$ beziehungsweise $2,8 \pm 0,9$ Farbstufen heller. Es ist anzumerken, dass das Einschlusskriterium für die Studie die Zahnfarbe A2 war. Dies ist für Bleichingstudien eher hell, da üblicherweise eine Farbe A3 als Einschlusskriterium genommen wird. Analysiert man nur die Gruppe mit Zahnfarben A3 und dunkler, so konnte eine mittlere Aufhellung von 3,2 Farbstufen beobachtet werden.

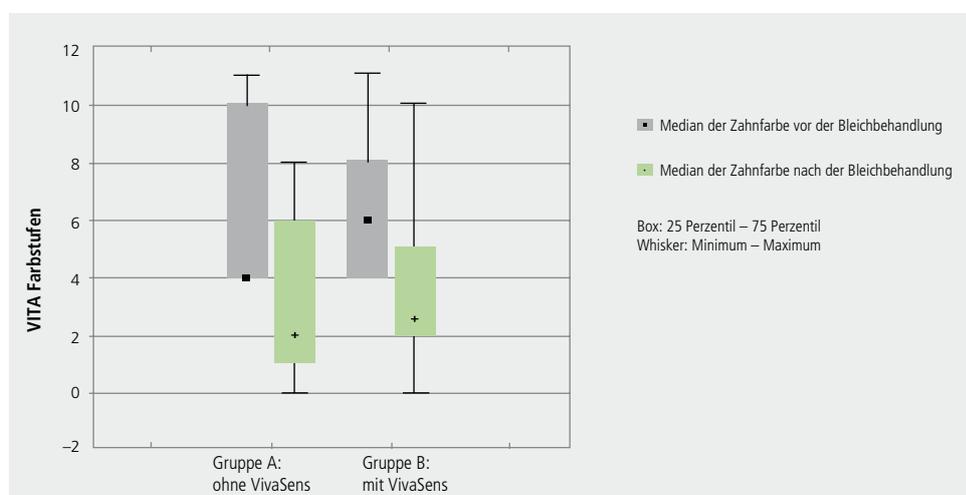


Abb. 10 Änderung der Zahnfarbe vor und nach Bleichbehandlung mit VivaStyle Paint On Plus.

Verteilung der Zahnfarben in VITA Farbstufen vor und nach der Bleichbehandlung.

Gruppe A: ohne Vorbehandlung mit VivaSens, Gruppe B: Vorbehandlung mit VivaSens. Die Zahnfarbe wurde in beiden Gruppen um mehr als 2 Stufen heller. Die Vorbehandlung mit VivaSens hatte keinen Einfluss auf die Aufhellung.

Die Anwendung von VivaSens hatte keinen Einfluss auf den durch die Bleichbehandlung erzielten Farbton am Zahn. Das Bleaching führte jedoch zu einer signifikanten Erhöhung der Hypersensibilitäten im Vergleich zu den Ausgangswerten. In der Gruppe A, die das Bleichmittel ohne vorherige Anwendung eines Desensitizers anwendete, berichteten fünf Testpersonen über eine erhöhte Schmerzempfindlichkeit, während in der Gruppe B (Bleichen nach Gebrauch von VivaSens) nur eine Testperson eine verstärkte Überempfindlichkeit angab. Obwohl der Grad der Hypersensibilität in der VivaSens Gruppe tiefer lag als in der Kontrollgruppe, waren diese Unterschiede statistisch gesehen nicht signifikant. Eine Ursache dafür könnte mit der hohen Anzahl von Drop-Outs in Zusammenhang stehen (n=13). Die Applikation von VivaSens bei den Patienten mit Hypersensibilitäten nach der Bleichbehandlung führte zu einer signifikanten Reduktion der Schmerzen innerhalb der ersten 24 Stunden ($p=0,012$), während es in der Kontrollgruppe erst am dritten Tag nach der Bleichbehandlung zu einer Abnahme der Sensibilitäten kam (siehe Abbildung 11).

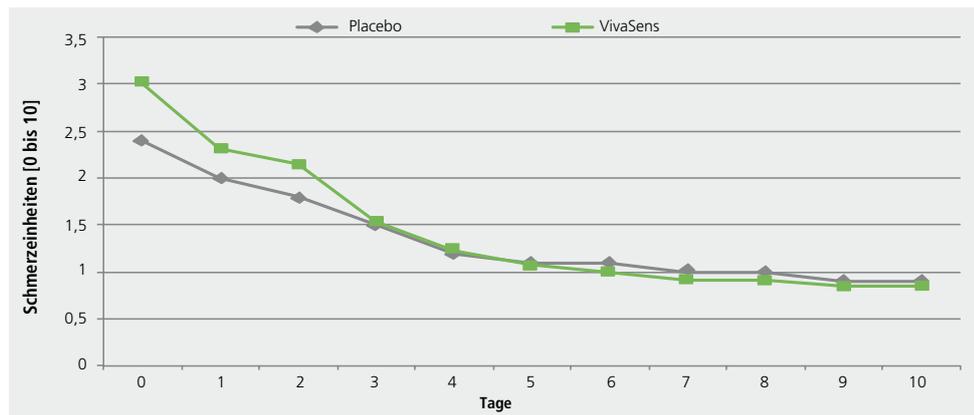


Abb. 11 Abnahme der Hypersensibilität nach dem Bleichen. Patienten, die sich einer Bleichbehandlung unterzogen hatten und danach unter einer erhöhten Zahnsensibilität litten, wurden mit VivaSens oder einem Placebo behandelt. Zu Beginn der Untersuchung (Tag null) bestanden zwischen der Verum- und Placebo-Gruppe keine statistisch signifikanten Unterschiede. Die Schmerzempfindung wurde von den Patienten in einem Schmerz-Tagebuch aufgezeichnet. Die mit VivaSens behandelte Gruppe stellte eine statistisch signifikante Verminderung der Hypersensibilitäten innerhalb der ersten 24 Stunden fest. Folglich verursachte VivaSens eine unmittelbare Reduktion der durch das Bleaching hervorgerufenen Überempfindlichkeiten, während in der Placebo-Gruppe die Überempfindlichkeit erst nach drei Tagen signifikant abnahm.

Schlussfolgerung: Die Anwendung von VivaSens vor der Bleichbehandlung hat keinen Einfluss auf das Bleichergebnis und kann sich vorteilhaft auf die Hypersensibilität auswirken. In jedem Fall führt die Applikation von VivaSens nach der Behandlung zu einer unmittelbaren Linderung der durch das Bleaching verursachten Überempfindlichkeiten.

Referenz: Ziebolz et al. 2008 [10]

VivaStyle Paint On Plus

Aufhellung der Zahnfarbe

Titel: A Novel Technique for In-Office Bleaching with a 6% Hydrogen Peroxide Paint-On Varnish

Ort der Studie: Instituto Superior de Ciencia da Saude Egas Moniz, Monte Caparica, Portugal

Zeitpunkt: 2006

Verfasser: A. Duarte Sola Pereira da Mata, D. Nuno da Silva Marques

Methode: 6 Probanden nahmen an der Studie teil. VivaStyle Paint On Plus wurde in der Zahnarztpraxis an zwei Terminen innerhalb von 2 Wochen jeweils 6-mal hintereinander für jeweils 10 Minuten aufgetragen. Zu Beginn und nach Abschluss der Behandlung wurden Digitalfotos der oberen zentralen Schneidezähne aufgenommen, ausserdem wurde die Zahnfarbe mit einem VITA-Farbschlüssel bestimmt. Zusätzlich wurde in Fragebögen die Zufriedenheit der Probanden und das Auftreten von Überempfindlichkeiten evaluiert.

Ergebnisse: Die Zahnaufhellung war in allen Versuchspersonen erfolgreich. Es wurden Farbänderungen von 7 bis 13 Werten auf der Vita-Skala erreicht (siehe Abbildung 12). Keiner der Probanden berichtete von Zahnpfempfindlichkeit. Insgesamt erhielt der Bleichlack eine grosse Zustimmung von Seiten der Anwender.

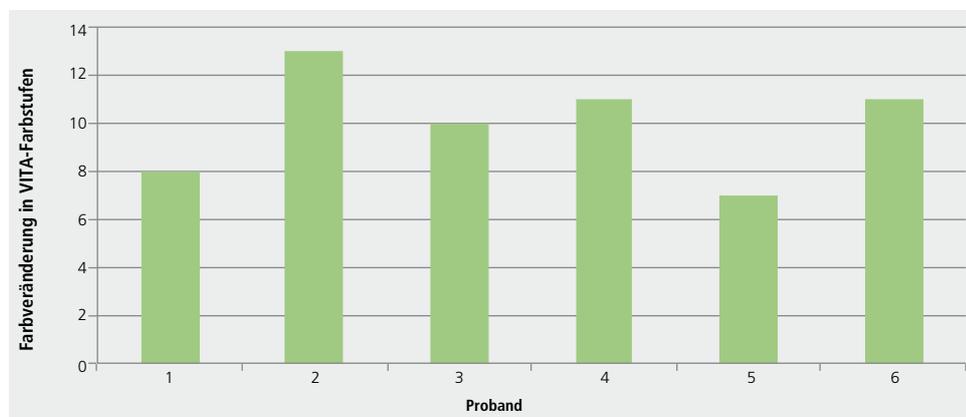


Abb. 12 Individuelle Farbveränderung nach Bleichen mit VivaStyle Paint On Plus. Angegeben ist die Veränderung der VITA-Farbwerte vor und nach Bleichen bei den Probanden 1–6.

Schlussfolgerung: VivaStyle Paint On Plus bleicht die Zähne effektiv und schonend.

Referenz: Duarte Sola Pereira da Mata 2006 [11]

Ivoclar-Vivadent-Lacke: Klinisch geprüft ...

Ivoclar Vivadent bietet ein breites Spektrum an dentalen Lacken für unterschiedliche Indikationen an. Sei es Kariesprophylaxe, antibakterielle Wirkung, Desensibilisierung oder Zahnaufhellung – die Wirksamkeit und Sicherheit der Produkte wurde in zahlreichen Studien auf der ganzen Welt untersucht und bestätigt.

In der folgenden Tabelle findet sich eine Übersicht über die Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen in der Medline-Datenbank, die Ivoclar-Vivadent-Lacke untersuchten*.

Produkt	Zeitraum der Veröffentlichungen	<i>In-vitro</i> -Untersuchungen (Laborexperimente)	<i>In-vivo</i> -Untersuchungen (Klinische Studien)
Fluor Protector	1977–2015	29	40
Cervitec Plus / Cervitec	1992–2015	23	39
VivaStyle Paint On Plus / VivaStyle Paint On	2006–2015	5	3

Quelle: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>, Stand März 2015

Für die beiden neusten Mitglieder der Ivoclar-Vivadent-Lackfamilie, den Fluoridlack Fluor Protector S (Markteinführung 2013) und den 2-in-1-Lack Cervitec F (mit Fluorid und Chlorhexidin, Markteinführung 2016) gibt es noch keine Veröffentlichungen in Pubmed. Jedoch wurden bzw. werden auch diese Lacke wissenschaftlich untersucht. Hier laufen aktuell verschiedene Studien bzw. liegen bisher unveröffentlichte Ergebnisse von verschiedenen Universitäten vor, die in der folgenden Tabelle angegeben sind.

Produkt	<i>In-vitro</i> -Untersuchungen (Laborexperimente)	<i>In-vivo</i> -Untersuchungen (Klinische Studien)
Fluor Protector S	2	1
Cervitec F	1	1

* In der Medline-Datenbank Pubmed wurde nach dem jeweiligen Produkt gesucht und die Anzahl an Veröffentlichungen, die Ergebnisse aus dem Labor oder aus klinischen Studien präsentieren, erfasst. Da gerade ältere Studien nicht immer vollständig zugänglich waren, und so nicht immer nachvollziehbar war, welches Produkt wie getestet wurde, ist anzunehmen, dass es insgesamt sogar noch mehr Studien gibt. Nicht hineingenommen wurden Review-Artikel sowie Duplikate, die mehrfach von einer Studie berichten.

... und empfohlen

Da jede einzelne Studie unter ganz bestimmten Bedingungen stattfindet (spezielles Patientenkollektiv, unterschiedliche Vergleichsprodukte, Behandlungsmethoden etc.) ist die allgemeine Aussagekraft einer einzelnen Studie naturgemäss eingeschränkt. Deswegen werden in der Medizin und der Wissenschaft häufig die Daten vieler Studien zu einem Wirkstoff oder einem Produkt bzw. einer Produktfamilie zusammengetragen, so dass eine belastbarere Aussage über die Wirksamkeit möglich ist. Eine solche Zusammenschau vieler Studienergebnisse wird als „Review“ bezeichnet; wenn zusätzlich noch eine quantitative Auswertung erfolgt, spricht man von „Meta-Analyse“. Auf Basis solcher Übersichten geben anerkannte Wissenschaftler oder medizinische Organisationen dann Empfehlungen, welche präventiven oder kurativen Behandlungsmethoden für welche Patienten oder gesundheitlichen Beschwerden geeignet sind. Ärzte und Patienten können sich an diesen Empfehlungen orientieren, um im „Dschungel“ der Behandlungsmöglichkeiten und Produkte schnell die geeignetsten und wirkungsvollsten herauszufinden.

Auch für Dentallacke wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche Reviews veröffentlicht und Empfehlungen herausgegeben.

Fluoridlacke zur Kariesprophylaxe

Reviews der Cochrane Collaboration

Die Cochrane Collaboration ist ein Netzwerk unabhängiger Wissenschaftler und Gesundheitsexperten, die regelmässig umfassende Reviews, auch zu Dentalprodukten, veröffentlicht.

So wurde auch die Wirksamkeit topischer (d.h. lokal im Mund angewendeter) Fluoridpräparate zur Kariesprophylaxe bei Kindern und Jugendlichen immer wieder untersucht. Im Fokus standen fluoridierte Zahnpasten, Mundspüllösungen, Gele und Lacke. Ausgewertet wurden randomisierte oder quasi-randomisierte kontrollierte klinische Studien mit verblindeter Auswertung, die die verschiedenen Fluoridprodukte gegenüber einem Placebo oder keiner Behandlung verglichen. Relevante Studienpopulationen waren Kinder und Jugendliche bis zum Alter von 16 Jahren. Die Studien mussten mindestens 1 Jahr Beobachtungsdauer aufweisen. Der Hauptzielparameter war das Kariesinkrement beziehungsweise die Präventionsfraktion, gemessen an der Veränderung der kariösen, fehlenden oder gefüllten Zahnflächen (D(M)FS).

In einem grossen Review aus dem Jahr 2003 konnte aus 133 Studien eine Präventionsfraktion von 26% für topische Fluoridprodukte ermittelt werden. Es konnte in den behandelten Gruppen durch das Fluorid eine klare Reduktion des Kariesinkrements erreicht werden. Gemäss Schlussfolgerung der Autoren waren dabei Fluoridlacke anderen Fluoridprodukten überlegen [12].

Die Ergebnisse des oben genannten Reviews wurden in Aktualisierungen aus dem Jahr 2009 und 2013 bestätigt [13; 14]. Die Präventionsfraktion für Fluoridlacke konnte im Review von 2013 mit 43% gegenüber Placebo oder keiner Behandlung berechnet werden.

- Fluoridlacke wie Fluor Protector und Fluor Protector S stellen eine sehr effektive Massnahme dar, um Kinder und Jugendliche vor Karies zu schützen.

Empfehlungen der American Dental Association (ADA) und der U.S. Preventive Services Task Force

Fluoridlacke

Auf Grundlage von Reviews der Cochrane Library sowie der MEDLINE-Datenbank entwickelten Experten der American Dental Association Empfehlungen für die Anwendung von topisch appliziertem Fluorid zur Kariesprophylaxe. Diese sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Kariesrisiko	Altersgruppe Recall-Patienten		
	< 6 Jahre	6–18 Jahre	> 18 Jahre
Gering	Wahrscheinlich kein zusätzlicher Nutzen durch topisch applizierte Fluoride (fluoridiertes Wasser und Zahnpaste sind vermutlich ausreichend)		
Moderat	Lackapplikation alle 6 Monate	Lackapplikation alle 6 Monate ODER Applikation von Fluoridgel alle 6 Monate	
Hoch	Lackapplikation alle 6 oder 3 Monate	Lackapplikation alle 6 oder 3 Monate ODER Applikation von Fluoridgel alle 6 oder 3 Monate	

Für Patienten aller Altersgruppen mit einem moderaten oder hohen Kariesrisiko wird Fluoridlack empfohlen. Bei Kindern unter 6 Jahren werden ausschliesslich Fluoridlacke zur Fluoridierung empfohlen, da bei deren Anwendung das Risiko des Verschluckens und somit einer systemische Exposition gegenüber Fluorid gering sind. Damit werden unerwünschte Nebenwirkungen wie Fluorose vermieden [15]. Diese Empfehlung wurde in einer Aktualisierung des Berichtes aus dem Jahr 2014 bestätigt [16].

Die U.S. Preventive Services Task Force ist eine von der amerikanischen Regierung unabhängige Organisation. Sie gibt Empfehlungen über die Wirksamkeit spezieller Präventionsmassnahmen. Die Empfehlungen basieren auf einer Analyse und Abwägung des Nutzens und der Risiken der Massnahmen. In einer Veröffentlichung aus dem Jahr 2014 werden Vorsorgemassnahmen zur Verhinderung von Karies in Kindern bis zum Alter von 5 Jahren betrachtet. Es wird empfohlen, bei allen Kindern unter 5 Jahren die Zähne ab dem Durchbruch mit Fluoridlack zu schützen [17; 18].

Chlorhexidin-Thymol-Lack/Cervitec Plus

Bei einer sehr hohen Belastung mit kariogenen Bakterien und einem niedrigen pH-Wert des Speichels kommt die kariesprotektive Wirkung von Fluorid an ihre Grenzen. In solchen Fällen kann die Kariesprophylaxe mit zusätzlichen Produkten betrieben bzw. unterstützt werden. Auch dazu haben die Experten der ADA Daten gesammelt und bewertet. Insgesamt 50 randomisierte und 15 nicht-randomisierte Studien wurden herangezogen. Die allgemeine Schlussfolgerung lautete, dass manche Produkte einen Nutzen als begleitende Therapie bei Kindern und Erwachsenen mit hohem Kariesrisiko haben können.

Im Detail empfiehlt die American Dental Association bei Wurzelkaries:

„Applizieren Sie eine 1:1 Mischung eines Chlorhexidin-Thymol-Lackes alle 3 Monate, um die Inzidenz von Wurzelkaries zu reduzieren“.

Im Gegensatz zu allen anderen untersuchten bzw. bewerteten Massnahmen wurde nur für diese Massnahme – den Chlorhexidin-Thymol-Lack - eine vertrauenswürdige Datenbasis für eine Empfehlung gefunden. Das heisst, dass genügend positive wissenschaftliche Daten diese Empfehlung unterstützen [19].

Auf dem Markt gibt es nur einen Lack, der die empfohlene Mischung aus Chlorhexidin und Thymol enthält – Cervitec Plus.

Literatur

- [1] Collart G, Söderholm G, Bratthall G, de Bruyn H. Evaluation of a fluoride varnish for the treatment of dentine hypersensitivity (1) Dentine hypersensitivity (2) Dissertation, Malmö University, Sweden 1990:1-47.
- [2] De Bruyn H, Van Rijn LJ, Purdell-Lewis DJ, Arends J. Influence of various fluoride varnishes on mineral loss under plaque. *Caries Res* 1988; 22: 76-83.
- [3] Tranaeus S, Al-Khateeb S, Bjorkman S, Twetman S, Angmar-Mansson B. Application of quantitative light-induced fluorescence to monitor incipient lesions in caries-active children. A comparative study of remineralisation by fluoride varnish and professional cleaning. *Eur J Oral Sci* 2001; 109: 71-75.
- [4] Stecksén-Blicks C, Renfors G, Oscarson ND, Bergstrand F, Twetman S. Caries-preventive effectiveness of a fluoride varnish: a randomized controlled trial in adolescents with fixed orthodontic appliances. *Caries Res* 2007; 41: 455-459.
- [5] Monse-Schneider B, Heinrich-Weltzien R. Preventive oral health care programme for Filipino children. *Developing Dentistry* 2002; 1: 12-15.
- [6] Alajbeg I, Andabak Rogulj A, Bakale Hodak I, Gršić K, Pastorčić Grgić M, Stubljar B. Strategies for prevention and treatment of head and neck radiotherapy complications. *Support Care Cancer* 2012; 20: S280-S281.
- [7] Brailsford SR, Fiske J, Gilbert S, Clark D, Beighton D. The effects of the combination of chlorhexidine/thymol- and fluoride-containing varnishes on the severity of root caries lesions in frail institutionalised elderly people. *Journal of Dentistry* 2002; 30: 319-324.
- [8] Lipták L, Kaldy A, Barsony N, Szabo K, Marton S, Nagy G, Madléna M. Effects of chlorhexidine containing varnish on oral and dental health in high risk patients. ORCA Abstract 2015.
- [9] Madléna M, Barsony N, Szabo K, Deri K, Marton S, Toth M, Nagy G. Preliminary results of an orthodontic study with chlorhexidine containing varnish. *IADR Abstract* 110 2013.
- [10] Ziebolz D, Hannig C, Attin T. Influence of a desensitizing agent on efficacy of a paint-on bleaching agent. *Am J Dent* 2008; 21: 77-82.
- [11] Duarte Sola Pereira da Mata A, Duarte Nuno da Silva M. A novel technique for In-Office Bleaching with a 6% hydrogen peroxide Paint-On Varnish. *The European Journal of Esthetic Dentistry* 2006; 1: 70-77.
- [12] Marinho VC, Higgins JP, Logan S, Sheiham A. Topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels or varnishes) for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2003: CD002782.
- [13] Marinho VC. Cochrane reviews of randomized trials of fluoride therapies for preventing dental caries. *Eur Arch Paediatr Dent* 2009;10: 183-191.
- [14] Marinho VCC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 7: CD002279.
- [15] Professionally applied topical fluoride: evidence-based clinical recommendations. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 1151-1159.
- [16] Maguire A. ADA clinical recommendations on topical fluoride for caries prevention. *Evid Based Dent* 2014; 15: 38-39.
- [17] Moyer VA. Prevention of dental caries in children from birth through age 5 years: US Preventive Services Task Force recommendation statement. *Pediatrics* 2014; 133: 1102-1111.
- [18] Chou R, Cantor A, Zakher B, Mitchell JP, Pappas M. Prevention of dental caries in children younger than 5 years old: Systematic review to update the U.S. Preventive Services Task Force recommendation. *AHRQ Publication* 2014.
- [19] Rethman MP, Beltran-Aguilar ED, Billings RJ, Hujoel PP, Katz BP, Milgrom P, Sohn W, Stamm JW, Watson G, Wolff M, Wright JT, Zero D, Aravamudan K, Frantsve-Hawley J, Meyer DM. Nonfluoride caries-preventive agents: executive summary of evidence-based clinical recommendations. *Journal of the American Dental Association* 2011; 142: 1065-1071.



Dr. Gabriele David
Head of Department
Professional Care

Klinische Anwendung

Schutzlacke in der Praxis

Ein Leben lang gesunde, schöne Zähne und gesundes Zahnfleisch. Das ist das Anliegen des Zahnarztes und des Praxisteams. Das ist auch der Wunsch der Patienten. Gesunde Zähne sollen gesund bleiben. Restaurierte Zähne und Zahnersatz die Pflege erhalten, die sie brauchen.

Zähne und Zahnfleisch sind verschiedenen Einflüssen ausgesetzt, die ihre Gesundheit gefährden. So fördert bakterieller Biofilm die Entwicklung von Karies, parodontalen und periimplantären Erkrankungen. Säure aus Nahrungsmitteln greift die Zahnhartsubstanz an und kann zu Erosionen führen. Freiliegende Zahnhäse reagieren empfindlich auf thermische, mechanische und chemische Reize. Das kann zu einem Nachlassen der Zahnpflege führen, da das Zähneputzen schmerzt. Plaqueakkumulation ist die Folge. Das Zahnfleisch entzündet sich. Das Risiko der Wurzelkaries steigt.

Sehr häufig reicht die normale Zahnpflege mit einer fluoridhaltigen Zahnpasta nicht aus und eine zusätzliche Behandlung mit Fluorid wird nötig. Eine von zahnärztlichen Organisationen ausdrücklich empfohlene Massnahme ist die Applikation eines Fluoridlackes [1; 2], zum Beispiel Fluor Protector oder Fluor Protector S (Abbildung 1). Sie bietet die Möglichkeit des professionellen Schutzes gegen:

- Überempfindliche Zähne
- Karies
- Erosionen

Bei Patienten mit erhöhten Zahlen bestimmter Keime reichen persönliche Mundhygiene, professionelle Zahnreinigung und Fluoridierung allein nicht aus. Die Gesundheit von Zähnen und Zahnfleisch ist gefährdet. Daraus ergeben sich auch Risiken für



Abb. 1 Die fluoridhaltigen Schutzlacke Fluor Protector und Fluor Protector S

Implantate, prothetische Versorgungen und Restaurationen. Das Wachstum der relevanten Keime muss gezielt reduziert werden. Erst dann kann auch Fluorid seine schützende Wirkung voll entfalten. Hier empfiehlt sich der Einsatz von Cervitec Plus mit Chlorhexidin und Thymol (Abbildung 2). Der Schutzlack dient:

- Zum Schutz freiliegender Wurzeloberflächen
- Zur Behandlung überempfindlicher Zahnhälse
- Zur Reduktion bakterieller Aktivität auf der Zahnoberfläche



Abb. 2 Der chlorhexidinhaltige Schutzlack Cervitec Plus

Lacksysteme – Die Qualitätsmerkmale fördern den klinischen Einsatz

Alle Lacksysteme von Ivoclar Vivadent zeichnen sich durch spezielle Qualitätsmerkmale aus, die sich unmittelbar positiv auf die klinische Anwendung auswirken. Die Konzentration eines Inhaltsstoffes entscheidet dabei nicht allein über die Effektivität. Es kommt vielmehr auf das Zusammenspiel verschiedener Eigenschaften an.

Bei den Lackpräparaten handelt es sich um klare Lösungen, in denen die Inhaltsstoffe vollständig gelöst vorliegen. Daher sind sie sofort applikationsbereit und können kontrolliert dosiert aufgebracht werden (Abbildung 3).



Abb. 3 Ein homogenes Lacksystem wie Fluor Protector 5 ist unmittelbar applikationsbereit. Die Dosiervialle erlaubt eine präzise Entnahme.

Lacke von anderen Herstellern liegen hingegen meistens als Suspensionen mit ungelösten Feststoffen vor, die vor dem Gebrauch gründlich zu durchmischen sind. Dabei lässt sich eine gleichmässige Verteilung der festen Inhaltsstoffe nicht garantieren, so dass Konzentrationsschwankungen nicht auszuschliessen sind.

Die ausgezeichneten Fliess- und Benetzungseigenschaften der liquiden Fluor Protector- und Cervitec-Lacke fördern die Versorgung schwer zugänglicher Bereiche. Im Gegensatz zu zähfließenden Produkten lassen sich diese Lacksysteme schnell und einfach verteilen, und sie dringen gut in komplexe Oberflächenprofile ein. Risikozonen an Haltezähnen für abnehmbaren Zahnersatz, freiliegende Zahnhälse und Wurzeloberflächen, Fissuren, Approximalfächen, Füllungs- und Kronenränder, Implantatversorgungen, Brackets und Bänder oder initial poröse Zahnhartsubstanz erhalten so den gewünschten Schutz. Bei freiliegenden Zahnhälse sorgen die Präparate für einen dichten Verschluss offener Dentintubuli und blocken damit thermische, chemische und mechanische Reize ab. Unangenehme Überempfindlichkeiten lassen sich ausschalten oder zumindest deutlich lindern.

Die niedrige Viskosität begünstigt das Aufbringen einer feinen Schicht, was der Haftung zu Gute kommt. Da sie vom Patienten in der Regel nicht als Fremdkörper empfunden wird, besteht weniger die Gefahr einer Manipulation mit der Zunge, was zum

vorzeitigen Verlust der Lackschicht führen kann. Bei der Applikation auf Halteelemente abnehmbarer prothetischer Versorgungen stört sie deren Passgenauigkeit nicht.

Alle Cervitec- und Fluor Protector-Lacke genügen höchsten ästhetischen Ansprüchen, da sie farblos transparent aushärten. Der milde Geschmack aller Lacksysteme fördert die Akzeptanz der Behandlung.

Klinischer Einsatz der Lacke

Die Lacksysteme fördern aufgrund der Konzentration ihrer Inhaltsstoffe und der gezielten lokalen Applikation die Anwendungssicherheit. Ihr professioneller Einsatz ermöglicht die Unabhängigkeit von der Compliance der Patienten. Die Lacksysteme härten schnell aus und wirken direkt an Ort und Stelle. Daher eignen sie sich auch für kleine Kinder, die im Rahmen ihres normalen Entwicklungsstandes den Schluckreflex noch nicht beherrschen. Der Einsatz der Schutzlacke hat sich auch unter Feldbedingungen bewährt. Dank der einfachen, schnellen Anwendung und des geringen instrumentellen Aufwandes lassen sie sich entsprechend der hygienischen Anforderungen auch ohne zahnärztliche Ausstattung applizieren.

Die Applikation – Step-by-step

Die Anwendung der Lacke folgt grundsätzlich den gleichen Prinzipien (Abbildung 4). Falls eine professionelle Zahnreinigung, zum Beispiel mit einer Proxylt Prophy-Paste, nicht möglich ist, genügt vor der Lackapplikation gründliches Zähneputzen. Die zu behandelnden Zahnoberflächen werden relativ trocken gelegt. Ein „Muss“ bei allen Lacken, egal von welchem Hersteller, um die Haftung sicherzustellen. Lacke mit einem wasserhaltigen Lösungsmittel wie Cervitec Plus oder Fluor Protector S zeigen eine höhere Feuchtigkeitstoleranz, was die Applikation bei Kindern oder unter Feldbedingungen erleichtert. Sind die Zähne zu stark mit Speichel benetzt, ziehen die Lacke weiße Fäden. Ein Zeichen dafür, das Trocknen zu wiederholen. Die Lacke enthalten also eine interne Qualitätskontrolle, die dem Behandlungserfolg zu Gute kommt. Anderen Lacksystemen fehlt dieser Kontrollmechanismus. So kann es leicht passieren, dass sie auf zu feuchte Zähne appliziert werden, aber das Problem nicht erkennbar ist.

Das einmalige Auftragen einer feinen Lackschicht der Ivoclar Vivadent-Präparate reicht jeweils vollkommen aus, den optimalen Schutz aufzubauen. Eine dickere Schicht oder mehrere Schichten übereinander bringen keine Vorteile.



Reinigen

oder



Reinigen



Relatives Trockenlegen



Lack applizieren



30–60 s aushärten lassen,
je nach Präparat

Abb. 4 Step-by step-Anwendung der Lacksysteme von Ivoclar Vivadent

Der Lack überzieht den Zahn gleichmässig und passt sich sehr gut der Zahnfarbe an. Nach kurzem Trocknen sollten die Patienten nicht spülen und bis zum Essen und Trinken 1 Stunde warten, damit das Lacksystem seine Wirkung voll entfalten kann. Bei Fluor Protector reichen sogar 45 Minuten aus. Bei anderen, zähfließenden Lacksystemen, die in dickeren Schichten aushärten, sollten feste Nahrungsmittel entsprechend der Herstellerangaben meistens erst nach 4 Stunden konsumiert werden.

Risikoorientierte Applikation

Normalerweise erfolgt die Fluoridlack-Applikation halbjährlich, bei hohem Karies- bzw. Erosionsrisiko empfehlen sich kürzere Intervalle. So hat sich während sehr kritischer Phasen eine Behandlung im Sechs-Wochen Abstand bewährt [3; 4].

Der chlorhexidinhaltige Schutzlack Cervitec Plus wird in der Regel vierteljährlich appliziert. Auch hier kann bei entsprechender Indikation das Behandlungsintervall verkürzt werden.

Zeigt die Befundaufnahme eine sehr hohe kariogene Keimbelastung, ist diese zu reduzieren, damit Fluorid seine Wirkung voll entfalten kann [5–7]. Hierfür eignet sich die kombinierte Behandlung mit einem chlorhexidinhaltigen Schutzlack wie Cervitec Plus von Ivoclar Vivadent. Dabei ist zu beachten, dass Cervitec Plus und Fluor Protector S in separaten Sitzungen anzuwenden sind. Beide Lacke setzen sich aus einer ähnlichen Lackmatrix und Lösungsmittel zusammen. Würden beide Präparate direkt übereinander appliziert, würde der zweite Lack den ersten auflösen, was die Wirkung beeinflusst. Anders verhält es sich bei der Kombination Cervitec Plus und Fluor Protector. In diesem Szenario können beide Lacke in einer Sitzung direkt hintereinander aufgebracht werden. Zuerst Cervitec Plus. Kurz antrocknen lassen. Dann eine feine Schicht Fluor Protector darüberziehen.

Zielgruppen und Einsatzgebiete

- | | |
|--|---|
| • Kleine Kinder | • Unter Feldbedingungen |
| • KFO-Patienten | • Bei Implantaten |
| • Bei abnehmbarem Zahnersatz | • Qualitätssicherung von Kronen- und Brücken, Füllungen |
| • Senioren | • Freiliegende Zahnhälse |
| • Initiale Wurzelkaries | • Nach Professioneller Zahnreinigung |
| • Bei motorischer Einschränkung | • Während des Zahndurchbruchs |
| • Bei eingeschränkter Mundhygienefähigkeit | • Im Anschluss an die Füllungstherapie |
| • Nach der Fissurenversiegelung | • Nach Bleaching |

Tabelle 1 Zielgruppen und Einsatzgebiete von Fluor Protector S und Cervitec Plus

Verschiedene klinische Situationen

Fluoridlacke



Abb. 5 Bei kleinen Kindern



Abb. 6 Unter Feldbedingungen (Bild: Dr. B. Monse)



Abb. 7 Fluor Protector unter Feldbedingungen (Bild: Courtesy of Special Olympics. Special Olympics World Summer Games Athens 2011)



Abb. 8 Bei KFO-Patienten



a



b

Abb. 9a, b Im Anschluss an die Füllungstherapie. a) Politur der Composite-Restoration, b) Fluoridlackapplikation im Anschluss (Bilder: Dr. E. Mahn)

Chlorhexidinhaltiger Schutzlack



Abb. 10 Freiliegende Zahnhäse (Bild: Dr. A. Peschke)



Abb. 11 Während des Zahndurchbruchs, wenn eine Fissurenversiegelung noch nicht möglich ist (Bild: Dr. T. Repetto-Bauckhage)



Abb. 12a, b Initialkaries neben Implantat (Bilder: Dr. L. Enggist)



Abb. 13a, b Bei Implantatversorgungen (Bilder: Dr. R. Watzke)



Abb. 14a, b Bei prothetischen Versorgungen (Bild: Dr. F. Zimmerling)



Kombinationsbehandlung bei hohem Risiko



Abb. 15a, b a) Keimreduktion mit Cervitec Plus, b) Fluoridierung mit Fluor Protector innerhalb einer Sitzung



Abb. 16a, b a) Ausgangssituation nach KFO-Behandlung, b) Befund einen Monat später. Nach Applikation von chlorhexidinhaltigem Schutzlack und Fluoridlack.
(Bilder: Prof. Dr. S. Twetman)



Abb. 17a, b a) Applikation von Cervitec Plus auf den Kugellankern entlang des Gingivalsaumes, b) Schutz der natürlichen Restzähne mit Fluor Protector S (Bilder: Dr. F. Zimmerling)

Aufhellen der Zähne ohne Schiene

Natürlich weisse Zähne sind ein häufiger Wunsch. Ein effektives Aufhellen der Zähne ohne Schiene ermöglicht das Lacksystem VivaStyle Paint On Plus (Abbildung 18). Das Bleichmittel mit 6% Wasserstoffperoxid und Pro-Vitamin D-Panthenol wird direkt mit einem Pinsel auf die Zähne aufgetragen. Es bildet sich eine durch Speichel nicht lösliche Schicht, die auf den Zähnen haftet und auch dem mechanischen Abrieb der Lippen und Wangen standhält. Das Wasserstoffperoxid entfaltet schnell, direkt und vollständig seine Wirkung an Ort und Stelle. Daher kann der Lack bereits nach 10 Minuten wieder entfernt werden.

Dagegen liefert das Auftragen von Bleichgelen mit Pinsel oder Stift nur eingeschränkte Aufhellungseffekte. Im Gegensatz zum Lack lösen sich die Gele im Speichel. Es fehlt die Schiene, die eine Barriere gegen den Speichel und mechanische Einflüsse von Lippen und Wangen darstellt. Das führt dazu, dass das Produkt nicht lange genug auf den Zähnen verbleibt.



Abb. 18 VivaStyle Paint On Plus, das Lacksystem zum Aufhellen der Zähne ohne Schiene

Verschiedene Behandlungsabläufe

VivaStyle Paint On Plus eignet sich für verschiedene Behandlungskonzepte:

- die Intensivbehandlung ausschliesslich in der Praxis
- nach der zahnärztlichen Befundaufnahme und Beratung die Anwendung zu Hause

Die Befundaufnahme und Diagnose liefern wichtige Informationen für die Beratung und Hinweise auf die erreichbaren Ergebnisse. Dabei gilt unbedingt darauf hinzuweisen, dass eine Bleichtherapie, die Zähne nur bis zur natürlichen individuellen Farbe aufzuhellen vermag. Besteht der Wunsch nach noch weisseren Zähnen, kommen Veneers in Frage.

Die gezielte Applikationsmöglichkeit des Lackes erleichtert das Aufhellen der gesamten Lachlinie, schief- oder engstehender Zähne sowie der Approximalbereiche. Gezielt lassen sich einzelne verfärbte Zähne behandeln.

Intensivbehandlung in der Praxis

In der Praxis kann VivaStyle Paint On Plus mehrmals in einer Sitzung angewendet werden. Dabei erleichtert der flexible Lippen-Wangen-Halter OptraGate von Ivoclar Vivadent den freien Zugang zu den Zahnflächen (Abbildung 19).



Abb. 19 Intensivbehandlung in der Praxis

Das Verfahren:

- Das Lacksystem in ein Portionierungsschälchen füllen, wobei die Menge die Behandlung von Ober- und Unterkiefer abdeckt.
- Nach dem Reinigen und Trocknen der Zähne den Lack mit dem Pinsel einmal fein auftragen. Eine dicke Schicht oder mehrere Lackschichten übereinander führen nicht zu besseren Ergebnissen. Ein Kontakt mit dem Zahnfleisch ist

möglichst zu vermeiden. Andernfalls kann eventuell ein leicht brennendes Gefühl auftreten, das aber schnell wieder verschwindet. Nach der zehnmütigen Einwirkzeit den Lack entfernen – zum Beispiel mit einer Sonde – und erneut eine Schicht auf die getrockneten Oberflächen auftragen. Dieses Vorgehen noch fünfmal wiederholen [8].

Die Wirksamkeit der Methode belegen verschiedene Studien. Die Behandler bewerten die Intensivtherapie mit dem Lacksystem im Vergleich zur Anwendung sehr hoch konzentrierter wasserstoffperoxidhaltiger Produkte in der Zahnarztpraxis als schonender und angenehmer [8–10].

Aufhellen zu Hause

Im Rahmen der Beratung für die häusliche Anwendung des Lackes können die Auswahl des passenden OptraGate und die Unterweisung in seine Handhabung erfolgen. Ohne OptraGate ermöglicht ein breites Lächeln den Zugang zu den Zahnflächen.

Der Ablauf

- Die Zähne gründlich putzen, Approximalräume mit Zahnseide reinigen und Zahnpastareste völlig abspülen.
- Mit einem weichen, saugfähigen Tuch zuerst die Front- und Seitenzähne des Oberkiefers trockentupfen. Um das Applizieren des Lackes zu erleichtern, bleiben die Lippen weiterhin hoch gezogen.
- VivaStyle Paint On Plus mit dem Pinsel einmal fein auf die Zähne auftragen. Danach die Lippen noch ca. 30 Sekunden lang hochziehen. Die trockene Lackschicht erscheint mattweiss. Die Behandlung im Unterkiefer erfolgt analog.
- Den Mund schliessen, wobei der Lack nicht weiter stört und auch das Sprechen nicht behindert.
- Nach 10 Minuten die Lackschicht mit einer weichen Zahnbürste ohne Zahnpasta oder einem Papiertuch einfach entfernen.

VivaStyle Paint On Plus kann einmal pro Tag über 14 Tage oder zweimal pro Tag über 7 Tage appliziert werden. Dabei sollte die Behandlung täglich ohne Unterbrechung erfolgen. Um der Gefahr neuer Verfärbungen vorzubeugen, ist der Konsum von Kaffee, Schwarzem Tee, Rotwein, Cola-Getränken sowie Rauchen zu vermeiden bzw. zu reduzieren bis die Behandlung beendet ist.

Der Ablauf



Abb. 20 Die Anwendung von VivaStyle Paint On Plus



Ausgangssituation

Nach 14 Applikationen

Nach 1 Monat

Abb. 21 Signifikante Aufhellung der Zähne nach 14 Applikationen von VivaStyle Paint On Plus, stabile Situation nach einem Monat (Bilder: Prof. Dr. A. Mata, Dr. D. Marques)

Nach dem Entfernen des Lacksystems empfiehlt sich zum Beispiel Fluor Protector Gel von Ivoclar Vivadent zur schonenden, effektiven Zahnpflege. Das milde, pH-neutrale Gel enthält Calcium, Fluorid und Phosphat. Für die Pflege der Gingiva sorgt D-Panthenol.

Literatur

- [1] American Dental Association Council on Scientific Affairs. Professionally applied topical fluoride. Evidence-based clinical recommendations. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 1151-1159.
- [2] Zahnärztliche Zentralstelle Qualitätssicherung. Kurzfassung der Leitlinie "Fluoridierungsmaßnahmen zur Kariesprophylaxe". Update der Leitlinie AWMF Register Nr. 083-001, März 2012. www.zzq-koeln.de/leit.htm.
- [3] Stecksén-Blicks C, Bergstrand F, Twetman S. Caries-preventive effectiveness of a fluoride varnish: a randomized controlled trial in adolescents with fixed orthodontic appliances. *Caries Res* 2007; 41: 455-459.
- [4] Sköld-Larsson K, Twetman S. Therapie dentaler Erosionen bei Jugendlichen durch die Dentalhygienikerin. *Quintessenz Team-J* 2007; 37: 17-19.
- [5] Brailsford SR, Fiske J, Gilbert S, Clark D, Beighton D. The effects of the combination of chlorhexidine/thymol- and fluoride-containing varnishes on the severity of root caries lesions in frail institutionalized elderly people. *J Dent* 2002; 30: 319-324.
- [6] Kronenberg O, Lussi A, Ruf S. Preventive effect of ozone on the development of white spot lesions during multibracket appliance therapy. *Angle Orthod* 2009; 79: 64-69.
- [7] Kneist S, Zingler S, Lux C. Therapiebegleitende Massnahmen zur Kontrolle des Karies- und Demineralisationsrisikos bei kieferorthopädischer Behandlung. *ZWR* 2008; 117: 218-226.
- [8] Mata AD, Marques DS. A novel technique for in-office bleaching with a 6% hydrogen peroxide paint-on varnish. *Eur J Esth Dent* 2006; 1: 70-77.
- [9] Calatayud JO, Varga PM, Calatayud CO, Calvo Box MJ. Comparative clinical study of two tooth bleaching protocols with 6% hydrogen peroxide. *Int J Dent* 2009; 2009: 928306.
- [10] Benbachir N, Ardu S, Krejci I. Spectrophotometric evaluation of the efficacy of a new in-office bleaching technique. *Quintessence Int* 2008; 4: 1-8.

Bisher erschienene Ausgaben des Ivoclar Vivadent „Reports“

*Report Nr. 1 (März 1984) **

Dentinhaftung von Kunststoff-Füllungsmaterial
G. Beham

*Report Nr. 2 (Mai 1985) **

Klebebrücken – neue Möglichkeiten der prothetischen Versorgung
Dr. V. Rheinberger, G. Beham

*Report Nr. 3 (Mai 1986) **

Verblendwerkstoffe für Kronen und Brücken
P. Wollwage

*Report Nr. 4 (Dezember 1987) **

Norm-Vorlagen für metallkeramische Restaurationen
Dr. P. Dorsch

*Report Nr. 5 (Januar 1990) **

Aufbau und Entwicklung der Composite-Füllungsmaterialien
G. Ott

*Report Nr. 6 (September 1990) **

IPS Empress®: Eine neue Keramik-Technologie
G. Beham

*Report Nr. 7 (November 1992) **

Der gefüllte Zahn – Ein komplexes Verbundsystem
Dr. U. Salz

*Report Nr. 8 (Januar 1993) **

Eigenschaften von Verblendkunststoffen
G. Zanghellini, D. Voser

Report Nr. 9 (März 1993)

Neue Möglichkeiten im Bereich der biogenen Prothetik
R. Grünenfelder

Report Nr. 10 (Juli 1994)

IPS Empress®: Werkstoffwissenschaft und Klinik
Prof. Dr. W. Höland, Dipl. Ing. M. Frank,
Dr. rer. nat. U. Salz, Dr. med. dent. G. Unterbrink

*Report Nr. 11 (Januar 1997) **

Künstliche Zähne – Eine Symbiose aus Material, Anatomie und Wissenschaft
K. Hagenbuch, H. P. Foser

*Report Nr. 12 (Dezember 1998) **

IPS Empress® 2: Die Vollkeramik-Brücke und mehr ...
Prof. Dr. W. Höland, Dr. med. dent. S. D. Heintze

Report Nr. 13 (Juni 2000)

Abnehmbare Prothetik: Werkstoffkunde, Ästhetik und Zahnaufstellung
A. Kammann, K. Hagenbuch, M. Reis, H. P. Foser

Report Nr. 14 (Januar 2001)

Dentinadhäsive: Excite® im Kontext
Dr. Dr. med. dent. A. Rathke,
Dr. sc. nat. U. Lendenmann

Report Nr. 15 (August 2004)

**SR Adoro® im Fokus
Indirekte Komposite –
Werkstoffkunde und Entwicklung**
Dr. G. Zappini, Ing. HTL S. Hopfauf, U. Spirig

Report Nr. 16 (Februar 2006)

**Vollkeramikreport
Vollkermikrestaurationen – Werkstoffkunde und
Entwicklung**
Dr. V. Rheinberger, Prof. Dr. H. Kappert, P. Oehri,
T. Specht, Dr. Dr. A. Rathke, Dr. T. Völkel,
Dr. S. Heintze, Prof. Dr. J.-F. Roulet, H.-P. Foser,
Dr. A. Stiefenhofer

Report Nr. 17 (Juni 2006)

**IPS e.max® –
all-ceramic ... all you need**
Dr. T. Völkel, Dr. H. Bürke, F. Rothbrust, M. Schweiger,
H. Kerschbaumer, Dr. A. Stiefenhofer

Report Nr. 18 (August 2007)

Die Geheimnisse von Kompositen
Prof. Dr. J.-F. Roulet, Prof. Dr. N. Moszner,
Dipl. Ing. K. Vogel, Dr. P. Burtscher, Dr. S. Heintze,
Dr. A. Peschke

Report Nr. 19 (Juli 2013)

Ivocerin® – ein Meilenstein der Composite-Technologie
Prof. Dr. N. Moszner, Dr. P. Burtscher,
Dipl. Ing. K. Vogel, J.-C. Todd, Dr. S. Heintze,
Dr. A. Peschke

Report Nr. 20 (März 2015)

**Bulk-Fill-Report
Tetric EvoCeram® Bulk Fill, Tetric EvoFlow® Bulk Fill**
Dr. A. Facher, Dipl. Ing. K. Vogel, Dr. S. Heintze

* vergriffen