

ZAHNERHALTUNG

KARIESPROPHYLAXE

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand der Wissenschaft lässt sich feststellen, dass kariöse Defekte

- durch eine Reduktion kariogener Anteile in der Ernährung,
- durch regelmäßige und zweckmäßig durchgeführte Zahnpflege,
- durch geeignete Maßnahmen der Fluoridierung und
- durch regelmäßigen Zahnarztbesuch

nahezu vollständig vermieden werden können. Unter den Ernährungsfaktoren haben im Wesentlichen nur Fluoride einen mindernden Einfluss auf den Kariesbefall. Calciumverbindungen haben keinen Effekt.

Fluoride

Die mit der Nahrung aufgenommene Fluoridmenge reicht jedoch für eine Kariesminderung nicht aus. Auch der Gehalt des Trinkwassers an Fluorid ist an fast allen Orten ungenügend.*

Erst eine zusätzliche Einnahme von 1 mg Fluorid-Ion pro Tag senkt den Befall um etwa die Hälfte (bezogen auf das Alter vgl. die Tabelle im Abschnitt Dosierung).

Bei einer täglichen Aufnahme von über 0,05 – 0,07 mg Fluorid pro kg Körpergewicht während der Schmelzbildung (also bis zum Alter von ca. 6 bis 8 Jahren) können vermehrt fluorotische Veränderungen des Zahnschmelzes (Schmelzflecken) auftreten (bei einem Fluoridgehalt des Trinkwassers von deutlich mehr als 1,5 mg/l). Sie sind unbedenklich und allenfalls ein Problem hinsichtlich der Ästhetik, wenn die Schneidezähne betroffen sind. Fertig mineralisierte, durchgebrochene Zähne können keine Schmelzfluorosen mehr entwickeln. Da Flecken auf dem Zahnschmelz eine Vielfalt von Ursachen haben können, muss die Diagnose einer möglichen Dentalfluorose vom Zahnarzt gestellt werden.

Nebenwirkungen bei unbeschränkter Zufuhr

Durch Fluoride verursachte Flecken akzentuieren den Verlauf der Perikymatien. Die Opazitäten treten symmetrisch auf; betroffen sind jene Kronenabschnitte, die während der Amelogenese einer Überdosierung ausgesetzt waren.

* Die deutsche Trinkwasserverordnung erlaubt eine max. Fluoridmenge von 1,5 mg/l.

Als Ursache kommt vor allem die systemische Fluoridierung, in geringerem Maße das Verschlucken lokal applizierter Fluoridprodukte (z. B. Zahnpasten) in Betracht.

Erst ab einer sehr viel höheren täglichen Fluoridaufnahme (z. B. bei einem Fluoridgehalt des Trinkwassers von mehreren mg/l) wird die Dichte des Knochens vermehrt. Solche Fluoridmengen werden bei bestimmungsgemäßer Anwendung der Fluoridprodukte bei weitem nicht erreicht.

Andererseits wird die Stimulation der Knochenbildung therapeutisch genutzt: Bei Osteoporose werden älteren Erwachsenen etwa 30 mg Fluorid am Tag verordnet.

Auf der Schmelzoberfläche entsteht ein Calciumfluorid-Niederschlag. Daraus diffundieren Fluorid-Ionen in den Schmelz und in die Plaque. Das Fluorid hemmt die De- und fördert die Remineralisation, am stärksten bei geringer bis mittlerer Kariesaktivität.

**Wirkungs-
weise**

Der Rückgang der Kariesinzidenz bei Kindern und Jugendlichen wird überwiegend der lokalen Applikation (vor allem durch Zahnpasten, Lacke, Gele) zugeschrieben.

Orale Verabreichung

Sofern Fluoride systemisch verabreicht werden, muss dies auf eine Form (Kochsalz oder Tabletten, ggf. Trink- oder Mineralwasser) beschränkt werden: Es wird Speisesalz mit einem Gehalt von z. B. 250 ppm (0,06 %) Natrium- oder Kaliumfluorid angeboten. Mit der alleinigen Gabe von fluoridhaltigem Speisesalz wird bei Kindern jedoch damit die optimale Menge nicht ganz erreicht).

Ein Effekt von Fluorid-Tabletten setzt die kontinuierliche und regelmäßige Einnahme voraus. Um die lokale Wirkung zu gewährleisten, sollten sie stets gelutscht werden.

Die lokale Wirkung der Fluoride ist der systemischen vermutlich überlegen; daher wird die systemische Gabe von Fluoridtabletten in Frage gestellt.

Die Gabe von Fluorid-Tabletten hat den Vorteil der exakten Dosierung in Anpassung an die örtlichen Fluoridkonzentrationen des Trinkwassers.

**Fluorid-
tabletten**

Dosierung

Um ein Übermaß der Fluorid-Aufnahme auszuschließen, muss

1. eine ausführliche Anamnese über die individuelle Zufuhr der Fluoride erhoben werden,
2. überprüft werden, ob der Fluoridgehalt im Trinkwasser mehr als 0,3 mg/l beträgt,
3. der Verbrauch fluoridreicher Mineralwässer in der Anamnese ermittelt werden,*

4. vermieden werden, dass Kleinkinder erhebliche Mengen fluoridhaltiger Zahnpasten verschlucken,
5. nach weiteren Fluoridquellen gefragt werden. Hier sind vor allem Sojanahrung und bilanzierte Diäten relevant.

Die DGZMK gibt, abhängig vom Fluoridgehalt des Trinkwassers, folgende Dosierung zur Fluoridierung mit Tabletten – Fluorid-Ion, mg/Tag – an.

Die DGZMK empfiehlt eine Tablettenfluoridierung v. a. bei Kindern, die keine andere Form von Fluoriden (z. B. aus Zahnpasta oder Salz) zu sich nehmen.

Alter (Jahre)	Fluoridkonzentration im Trinkwasser [mg/l]		
	< 0,3	0,3 – 0,7	> 0,7
bis 3**	0,25	----	----
3 bis 6	0,5	0,25	----
ab 6	1,0	0,5	----

* Die Konzentration wird jedoch nur von einem Teil der Vertreiber angegeben. Mineralwässer mit einem Fluoridgehalt ab 1,5 mg/l müssen als „fluoridhaltig“ gekennzeichnet werden. Ab einer Konzentration von 5 mg/l muss die Konzentration angegeben werden

** Für Kleinstkinder wird vielfach durch den Kinderarzt ein Vitamin-D-Natriumfluorid-Kombinationspräparat verschrieben

Zu Lasten der gesetzlichen Krankenversicherung können bis zum 17. Lebensjahr im Rahmen der Individualprophylaxe Fluoridarzneimittel zur häuslichen Anwendung (Gele, Tabletten) verordnet werden (gem. Beschluss des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen vom 04.06.2003 dürfen, unter Berufung auf § 31 SGB V, nur apothekenpflichtige Präparate verschrieben werden).

**Verordnung
für
Versicherte**

Bei allmählicher Auflösung der Tabletten, die man am besten langsam lutscht oder unter der Zunge zergehen lässt, kommt ein wesentlicher Teil der Wirkung auch örtlich zustande. Es empfiehlt sich daher, die Tabletten nach dem Zähneputzen zu verabreichen.

Akute Fluoridvergiftungen mit hohen Dosen sind möglich; als wahrscheinlich toxische Dosis für ein 10 kg schweres Kind werden 50 mg Fluorid-Ion angegeben. Um einer solchen Schädigung vorzubeugen, müssen die Originalpackungen, die 250 - 300 Tabletten enthalten, für Kinder unerreichbar aufbewahrt werden, und sie sollten außerdem kindergesicherte Verschlüsse haben.

Toxizität

Von der Trinkwasserfluoridierung her ist bekannt, dass der von Kindern zunächst erworbene Schutz gegen Karies nach einigen Jahren z. T. verloren gehen kann, wenn die Fluoridzufuhr unterbrochen wird. Andererseits ließ sich auch dann ein verminderter Kariesindex erheben, wenn die Fluoridierung erst nach dem Durchbruch eingesetzt hatte.

**Verab-
reichung an
Jugendliche
bzw.
Erwachsene**

Wegen der guten Bioverfügbarkeit ist

Natriumfluorid, NaF

für die orale Anwendung geeignet.

Handelsname (Hersteller)		Wirkstoffgehalt pro Tablette	Stück pro Packung
Fluoretten® (Aventis)	0,25 mg	Natriumfluorid 0,55 mg (entspr. 0,25 mg Fluorid)	300
	0,5 mg	Natriumfluorid 1,1 mg (entspr. 0,5 mg Fluorid)	300
	1 mg	Natriumfluorid 2,21 mg (entspr. 1,0 mg Fluorid)	300
Zymafluor® (Novartis)	0,25 mg	Natriumfluorid 0,55 mg (entspr. 0,25 mg Fluorid)	250
	0,5 mg	Natriumfluorid 1,1 mg (entspr. 0,5 mg Fluorid)	250
	1 mg	Natriumfluorid 2,2 mg (entspr. 1,0 mg Fluorid)	250

Örtliche Anwendung

Anstelle der systemischen Verordnung von Fluoridtabletten wird die lokale, topische Applikation bevorzugt.

Aufgetragen bzw. angewandt werden:

Natriumfluorid
Natriummonofluorophosphat
Zinnfluorid
Aminfluoride*

**Verordnung
zur**

**Individual-
prophylaxe**

 * im zahnärztlichen Schrifttum übliche Sammelbezeichnung für quaternäre Ammoniumbasen mit Fluor als Anion.

Diese führen wie angegeben durch Reaktionen des Fluor-Ions über einen Calciumfluorid-Niederschlag zu einer erhöhten Remineralisation des Schmelzes (im Dentin sind für eine kariesmindernde Wirkung höhere Konzentrationen notwendig).

Zinnfluorid muss in Lösungen durch Zusätze stabilisiert werden, so z. B. durch das oberflächenaktive Aminfluorid Olaflur. Zinnfluorid zeigt neben der remineralisierenden Wirkung eine deutliche antibakterielle Aktivität. Meist zugesetzt ist Olaflur, abgeleitet von einem dreiwertigen Alkohol mit durch Stickstoff unterbrochenen Ketten von Kohlenstoffatomen mit hohem Molekulargewicht. Ein solches Molekulargewicht bedingt einen Anteil der Fluorid-Ionen unter einem Zehntel. Das Fluorid-Ion aus diesen Verbindungen führt zur Bildung eines Calciumfluorid-Depots auf der Zahnoberfläche, das bei Säureangriffen Fluorid freisetzt und damit zu einer erhöhten Remineralisation des Schmelzes führt. Die oberflächenaktiven, leicht sauren Aminfluoride lassen eine besonders stabile Deckschicht entstehen.

(Natrium-) Monofluorphosphat

wird zusätzlich im Schmelz gegen das HPO_4^{--} -Ion ausgetauscht.

Fluorid-Lacke

Die Haftung solcher Lacke am Schmelz (bzw. Wurzelentin) soll hier die Fluoridanreicherung begünstigen. Vergleichende Untersuchungen von Präparaten ergaben erwartungsgemäß eine stärkere Fluorid-Diffusion aus höher konzentrierten Lacken. Die Kariesminderung nach mehrjähriger Applikation betrug ein Drittel im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Handelsname (Hersteller)	Fluorid- verbindung	Gehalt	weitere Zusätze	Packungen
Bifluorid® 12 (Voco)	Natriumfluorid	6 %	Collodium	4 g
	Calciumfluorid	6 %	Ethylacetat	10 g 3 x 10 g
Bifluorid® 12 Single Dose (Voco)	Natriumfluorid	6 %	Collodium	50 g Single Dose 200 g Single Dose
	Calciumfluorid	6 %	Ethylacetat	
CONTROCAR®* (lege artis)	Natriumfluorid	5 %	Kanadabalsam Butan-2-on	10 ml
Duraphat® (GABA)	Natriumfluorid	5 %	Harz Ethanol	10 ml 5 Zyl.-Amp zu 1,6 ml
Fluoridin® (Voco)	Natriumfluorid	6 %	Collodium	4 g
	Calciumfluorid	6 %	Ethylacetat	10 g

Fluoridin® N 5 (Voco)	Natriumfluorid	5 %	Kolophonium modifiziert Ethanol, Ethylcellulose	12 g 45 g 10 Zyl.-Amp. zu 1,7 ml
Fluor Protector® (Ivoclar Vivadent)	Difluor-Disilan	0,9 %	Polyurethan Ethylacetat/Isoamypropionat	25 Amp. zu 1 mg
Multifluorid (DMG)	Natriumfluorid Olaflur	2,2 % 3 %	Collodium Ethylacetat	4 g
Profluorid Varnish (VOCO)	Natriumfluorid	5 %	Kolophonium Ethanol	10 ml 0,25 ml single dose

* Das Präparat wird auch als „Fluid“, also Lösung bzw. Suspension eingestuft.

Fluorid-Gele

sind visköse Zubereitungen zum Anwenden in der Praxis bzw. können zur häuslichen Anwendung verschrieben werden. Die hoch konzentrierten Fluoridgele – mit in der Regel mehr als 1 % Fluorid-Gehalt – dürfen nicht mit Gel-Zahnpasten verwechselt werden, die einen Fluoridgehalt von maximal 0,15 % haben.

Fluoridgele gelten vor allem bei erhöhtem Kariesrisiko als angezeigt.

Einigen Gelen ist Phosphorsäure zugesetzt, um die Fluoridaufnahme des Schmelzes zu steigern.

In der zahnärztlichen Praxis können Gele in Applikationslöffeln (konfektionierte Löffel oder maßgefertigte Tiefziehschienen) eingebracht werden. Da sie der hohen Fluoridmenge wegen nicht verschluckt werden sollen, ist der Speichelsauger einzusetzen. Die Einwirkzeit beträgt wenige Minuten, danach wird der Mund ausgespült.

**Gefahr
des Ver-
schluckens**

Hinweis für die etwaige Verwendung bei Kleinkindern: Wenn 5 ml je Anwendung appliziert werden, ist bei einer Zubereitung mit 2,7 % Natriumfluorid darin schon fast ein Drittel der für ein 40 kg schweres Kind wahrscheinlich toxischen Dosis enthalten!

Anwendung durch den Patienten:

Das wöchentliche Einbürsten von Fluoridgelen zu Hause reduziert den Karieszuwachs deutlich. Dies gilt insbesondere für Personen mit erhöhtem Kariesrisiko, z. B. bei Initialläsionen oder wegen eingegliedelter kieferorthopädischer Apparaturen. Auch hier wird nach wenigen Minuten ausgespült. Das Verschlucken des Gels ist zu vermeiden, besonders bei den hochdosierten Präparaten (siehe Tabelle).

Handelsname (Hersteller)	Fluorid- verbindungen	Gehalt	weitere Zusätze	Packung
elmex® Gelée (GABA)	Natriumfluorid Olaflur Dectaflur (Aminfluoride)	2,210 % 3,032 % 0,0287 % (1,25 % Fluorid)	Propylenglykol Hydroxyethylzellulose Saccharin, Aroma	25 g, 38 g, 215 g
SENSODYNE® PROSCHMELZ (gsk)	Natriumfluorid	1,25 % Fluorid	gereinigtes Wasser, wasserfreies Natrium- monohydrogen- phosphat (Ph. Eur.), Carbomer 956, Natriumdodecylsulfat Aromastoffe, Saccharin- Natrium, Natriumhydroxid, Farbstoff E 131	25 g 40 g
Gel-Kam® (Colgate)	Zinnfluorid	0,4 %* (0,1 % Fluorid)	Hydroxyethylzellulose	126 g
Ledermix Fluorid Gel (RIEMSER)	Natriumfluorid Olaflur Dectaflur	2,210 % 3,036 % 0,274 % (1,25 % Fluorid)	Hydroxyethylzellulose Methylhydroxybenzoat	20 g , 100 g
Profluorid-Gelee (Voco)	Natriumfluorid	0,2 %* (0,09 % Fluorid)		50 ml
Septogel (Septodont)	Natriumfluorid	2,7 % (1,2 % Fluorid)		125 ml

* niedrig dosierte Präparate mit 0,1 % Fluorid-Ion

(Konzentrierte) Lösungen

Konzentrationen von 1 % und mehr Fluorid sind zum gezielten Auftragen bestimmt. Die benetzenden Aminofluoride Olaflur und Dectaflur werden schneller an der Schmelzoberfläche gebunden. Ihre Lösung sollte nicht unnötig in Kontakt mit der Schleimhaut gebracht werden.

Handelsname (Hersteller)	Fluoridverbindung	Gehalt	Packung
elmex® fluid (GABA)	Olaflur (Aminfluorid)	12 % (= 0,925 % Fluorid)	20 ml/ 50 ml
	Dectaflur (Aminfluorid)	1 % (= 0,075 % Fluorid)	

Mundspüllösungen

Die tägliche Anwendung von Fluorid-Spüllösungen mit einem Gehalt von 0,025 - 0,05 % (entsprechend 250 - 500 ppm)¹ Fluorid vermindert die Karieshäufigkeit signifikant.

Um ein Verschlucken zu vermeiden, sollten Kinder mit erhöhtem Kariesrisiko erst vom Schulalter an spülen (in 10 ml einer Spüllösung mit 250 ppm sind über 2,5 mg Fluorid-Ion enthalten).

Mundspüllösungen mit Aminfluorid und Zinnfluorid führen – neben der Förderung der Remineralisation – zur Hemmung der Plaquebildung. Sie eignen sich deshalb vor allem für Gingivitispatienten.

¹ 1 ppm = Parts per Million (Teile pro Million); 1 Prozent (ein Teil pro Hundert) entspricht 10.000 ppm

Handelsname (Hersteller)	Fluorid- verbindungen	Konzen- tration	Gehalt an F- Ion	weitere Zusätze	Packungs- größe
Act Fluorzahnsplg. (Johnson + Johnson)	Natriumfluorid	0,05 %	0,02 %		300 ml
Durodont Zahnsplg. (Scheller)	Natriumfluorid Aminfl. (Olaflur)	0,05 % 0,3 %	0,025 % 0,025 %	Natriumsalic.	250 ml
elmex [®] Kariesschutz Zahnsplg (GABA)	Olaflur Natriumfluorid	0,16 % 0,027 %	0,0125 % 0,0125 %		400 ml
elmex [®] SENSITIVE Zahnsplg. (GABA)	Olaflur Kaliumfluorid	0,16 % 0,04 %	0,0125 % 0,0125 %		400 ml
Meridol [®] Mundsplg. (GABA)	Zinnfluorid Aminfluorid (Olaflur)	0,05 % 0,16 %	0,0125 % 0,0125 %		400 ml
OdolMed [®] Antipl. (GlaxoSmithKline)	Natriumfluorid	0,05 %	0,02 %	Cetylpyridin	250 ml 500 ml
Profluorid M (Voco)	Natriumfluorid	0,2 %	0,09 %		250 ml
Total Plax aktiv (Colgate-Palmolive)	Natriumfluorid	0,05 %	0,02 %	Triclosan* Polyvinyl- ether- Maleinsäure**	500 ml
Sensitive Mint (Gillette Oral B)	Natriumfluorid	0,05 %	0,02 %		400 ml

* Trichlorphenoxyphenol (vgl. Medikamente zur Prophylaxe der marg. Parodontitis)

** verlängert die Haftung am Schmelz

Zahnpasten

Zahnpasten werden als Fluoridverbindungen vor allem Natriumfluorid und Natriumfluorophosphat zugesetzt (Untersuchungen wiesen z.T. keinen wesentlichen Unterschied in der Kariesprophylaxe aus). Das Arzneimittelgesetz fordert von den Herstellern auch dann keine ausreichende Deklaration, wenn behauptet wird, dass Zahnpasten der Karies vorbeugen.

Entsprechend der Kosmetikverordnung müssen die Inhaltsstoffe von Zahnpasten – wie auch von kosmetischen Mundspüllösungen – nach INCI¹ angegeben werden. Obwohl Konzentrationsangaben nicht verpflichtend sind, geben viele Hersteller die Fluoridkonzentrationen an. Generell ist die Fluoridkonzentration von kosmetischen Mitteln (also v. a. Zahnpasten und Mundspüllösungen) auf 0,15 % = 1500 ppm begrenzt.

Ein Teil der Hersteller gibt nunmehr Inhaltsstoffe meist in englischer Sprache an, nur selten ihre Menge. Bekannt ist, dass 0,1 - 0,14 % Fluorid enthalten sind, z. T. als Natriumfluorid, auch als Natriumfluorophosphat.

Wegen ihres hohen Fluorid-Gehaltes ist „Duraphat Zahnpaste (5 mg Fluorid /g)¹ als Arzneimittel zugelassen.

¹ International Nomenclature of Cosmetic Ingredients

Eine ausgewogene Ernährung, zweckmäßige Zahnpflege und die Anwendung von Fluoridpräparaten gelten schon im Kleinkindalter als Eckpfeiler zahnmedizinischer Prävention. Um Präventionsdefizite zu vermeiden, müssen Schwangere und Eltern von Kleinkindern frühzeitig und sachgerecht über die wichtigsten Maßnahmen zur Gesunderhaltung des Milchgebisses informiert werden.

Die DGZMK empfiehlt ab Durchbruch des ersten Milchzahnes die Verwendung von Kinderzahnpasten mit reduziertem Fluoridgehalt (≤ 500 ppm F). Zum Zähneputzen sollte stets nur eine kleine Pastenmenge (etwa erbsengroße Portion) benutzt werden. Eltern müssen das Zähneputzen bei Kleinkindern überwachen, ggf. durchführen und mindestens bis zum Schulalter die Zähne ihres Kindes nachputzen. Ab Schuleintritt sollte mit einer Zahnpaste mit einem Fluoridgehalt von 1000 bis 1500 ppm F geputzt werden. Kindern mit erhöhtem Kariesrisiko können auf zahnärztliche Anweisung zusätzliche Fluoridierungsmaßnahmen verordnet werden.

Der Kariesrückgang bei Kindern wird im Vergleich zu früheren Jahrgängen vor allem Zahnpasten zugeschrieben. Soweit Beläge nicht beseitigt werden, reicht der remineralisierende Effekt des Fluorid-Ions nicht aus.

Die Einlagerung des Fluorid-Ions hängt davon ab, wie lange es in dieser Konzentration in Kontakt mit dem Schmelz steht, also von der Dauer des Zähneputzens. Dies erklärt, warum beaufsichtigtes Zähneputzen die Karies stärker reduziert als die unkontrollierte Anwendung. Außerdem sollte nach dem Zähneputzen der fluoridhaltige Zahnpastaschaum nur mit möglichst wenig Wasser ausgespült werden.

Eine in der Werbung behauptete Remineralisation wird nur durch den Fluoridzusatz, nicht durch so bezeichnete "Mineralsalze" bewirkt.

Kinder- Zahnpasten

Wirksam- keit

BEHANDLUNG ÜBEREMPFLINDLICHER ZAHNHÄLSE

Liegt der Zahnhals frei, werden thermische und / oder osmotische Reize über die offen liegenden Dentintubuli an die Pulpa weitergeleitet und als Schmerz empfunden. Zur Linderung werden Wirkstoffe eingesetzt, die die Reizleitung beeinflussen, wie Kaliumnitrat und Kaliumchlorid in Konzentrationen von fünf bis zehn Prozent. Fluoride, Strontiumchlorid und Hydroxylapatit verschließen die Tubuli durch Ausfällungen.

Fluoride

Strontiumchlorid

Das Vermeiden abrasiver Zahnputzverfahren und des häufigen Genusses stark saurer Getränke kann der Hypersensibilität vorbeugen.

Zum Anwenden in der Praxis werden zur Kariesprophylaxe übliche Fluoridpräparate angeboten, vor allem Lacke und Gele.

Als Zahnpasta mit Hydroxylapatit wird Oral B Sensitive genannt.

Manche Zahnpasten mit diesem Indikationsanspruch enthalten 5 % Kaliumnitrat bzw. -chlorid (Sensodyne F). Positive Untersuchungsergebnisse liegen vor.

Kaliumnitrat

Seit einigen Jahren werden zur speziellen Behandlung überempfindlicher Zahnhälse Verbindungen wie Strontiumchlorid etc. angeboten:

z. B. HYPOSEN, Ige artis: Strontiumchlorid-Hexahydrat (in aqua dest, Benzylalkohol) mit einem Schutzlack aus Methacrylsäure-Copolymer, Isopropylalkohol, Aceton.

Dentinhaftvermittler können am freiliegenden Zahnhals die Sensibilität vermindern.

Dentinadhäsive

DIAGNOSTIK, KARIESENTFERNUNG

Speichel-Untersuchungen

Mit dem Anspruch auf die Voraussage des zukünftigen Karieszuwachses werden Reagenzien und Zubehör angeboten:

Speichelmenge

Als Anhalt für eine Unterfunktion der Speicheldrüsen gelten Fließraten von weniger als 0,3 ml/min für den Ruhe- bzw. 1,0 ml/min für den Reizspeichel (Ursache kann u. a. die dauernde Einnahme von anticholinergischen Mitteln sein). Die Pufferkapazität des Speichels wird mit einem Grenzwert ermittelt. Ist er unterschritten, kann dies bei gleichzeitig vermindertem Speichelfluss auf einen im Vergleich zur Anamnese überhöhten Neubefall hinweisen.

Die nach Bebrüten von Teststreifen bestimmte Konzentration von Streptococcus mutans und Laktobazillen ist eher ein Maß für unversorgte kariöse Defekte und den Zuckerkonsum. Eine Voraussage allein gestützt auf eine solche Zählung ist unsicher.

Keimgehalt

Karies-Anfärbung

1-prozentige Lösungen von Fuchsin bzw. Säurerot werden als "Karies-Detector" angeboten. Sie sollen das zu entfernende Dentin selektiv anfärben. Die Selektivität wurde durch Untersuchungen z.T. bestätigt. Im pulpanahen Bereich ist jedoch vor der Überinterpretation der Anfärbung zu warnen.

KAVITÄTENVERSORGUNG

Kavitätenreinigung

Über das Aussprühen der Kavität hinaus wird empfohlen, sie mit Wattepeletts zu säubern, die mit 0,2- bis 2prozentigem Chlorhexidindigluconat, 2,5- bis 5prozentigem Natriumhypochlorit oder 3prozentigem Wasserstoff-Peroxid getränkt sind. Diese beseitigt nicht die Schmierschicht; sie wird durch Komponenten mancher Dentinhaftvermittler (Phosphor- oder Maleinsäure) entfernt.

Organische Lösungsmittel (Aceton, Ether, Chloroform) können Odontoblastenfortsätze und damit die Pulpa schädigen. Solche Präparate (z. B. Cavidex, FOKALDRY, „Kavitäten-Waschliquid“, Sikko-Tim) sind daher für die Kavitätoilette nicht zu empfehlen.

**Schäden
durch
Lösungs-
mittel**

Dentinhaftvermittler

Im Bereich des freiliegenden Dentins müssen Komposite mit dem Dentin verbunden werden, um einen entsprechenden Verbund zu erzielen. Das Haften am Dentin ist durch das Einwirken mehrerer Substanzen zu erzielen, wobei die Entwicklung der Dentinadhäsive noch nicht abgeschlossen ist.

Bis zu drei Lösungen sind aufeinanderfolgend aufzutragen:

1. saure "Konditionierer" zum Auflösen der Schmierschicht
2. "Primer" v. a. mit 40 % - 50 % Hydroxyethyl-Methacrylat (HEMA)
3. "Adhäsive" u.a. mit Bisphenol-Glycidyl-Dimethacrylat

Zunehmend werden aber Präparate in „nur einer Flasche“ angeboten. Dabei muss man zwischen „All in one“ Dentinadhäsiven, die ohne separate Phosphorsäureätzung anzuwenden sind, und Dentinadhäsiven, die die Applikation von Phosphorsäure voraussetzen, unterscheiden.

„one bottle“

Schmelz und Dentin unterschiedlich zu versorgen, ist schwierig. Daher sei die "Total-Ätzung" beider Kavitätenbereiche zulässig, am Dentin soll sie aber nur für 15 Sekunden erfolgen.

**Totalätzung
„total etch“**

Zur Pulpareaktion liegen Untersuchungen vor. Die applizierten Substanzen, an sich zellschädigend, gelten indessen hier meist als indifferent, so dass bei nicht eröffneter Pulpakammer vermutlich keine Gefahr für das vitale Pulpagewebe besteht. Die Eindringtiefe von Monomeren wird im Bereich von 10 µm angegeben.

Nach dem „Medizinproduktegesetz“ brauchen die Hersteller die Zusammensetzung nicht mehr zu deklarieren. Vollständig deklariert in den Packungsbeilagen wie Arzneimittel sind nur wenige Präparate. Nur qualitativ gekennzeichnet sind weitere Haftvermittler.

Häufig angewandte Bestandteile sind mit ihren Abkürzungen angegeben:

HEMA:	Hydroxyethyl-Methacrylat
Bis-GMA:	Bisphenol-Glycidyl-(di)-Methacrylat
TEGDMA:	Triethylenglykol-Dimethacrylat
PEGDMA:	Polyethylenglykol-Dimethacrylat
UDMA:	Urethan-Dimethacrylat

In der folgenden Tabelle wurde der Versuch unternommen, anhand der Herstellerangaben bzw. der aus dem DentalVademecum erhältlichen Daten eine aktuelle Übersicht zu erstellen. Wegen der rasch fortschreitenden Entwicklung auf diesem Sektor (innerhalb von ca. 15 Jahren nunmehr die „7. Generation“ von Dentinadhäsiven) ist es außerordentlich schwierig, eine systematische Zuordnung der Bestandteile zu ihrer Bestimmung zu finden. Zudem muss damit gerechnet werden, dass die Aufstellung bald nicht mehr hinreichend aktuell ist. Aus diesem Grund ist auf die im Internet verfügbaren Deklarationen (Sicherheitsdatenblätter) der Firmen zu verweisen:

www.3mespe.com
 www.coltenewhaledent.de
 www.dentsply.de
 www.ivoclarvivadent.com
 www.voco.de
 www.merz.de
 www.bonadent.de/de/sicherheitsdatenblatt/
 www.dmg-hamburg.de
 www.medizin-forum.de
 www.heraeus-kulzer.de
 www.jeneric-pentron.de
 www.megadenta.de
 www.r-dental.com

Liner und Lacke

Als Liner werden Calciumhydroxid-Suspensionen in (wie angegeben nachteiligen) organischen Lösungsmitteln bezeichnet. Nach deren Verdunsten bedeckt eine dünne Calciumhydroxidschicht das Dentin; sie isoliert nur unzuverlässig. Der Sinn ihrer Anwendung ist fraglich. In pulpanahen Dentin sind reine Calciumhydroxidprodukte überlegen, in pulpafernen Dentin braucht man kein Calciumhydroxid.

Vor dem Anwenden von Dentinhaftvermittlern sind sie kontraindiziert.

**Kein
Anwenden
vor
Dentinhaft-
vermittlern**

Handelsname (Hersteller)	Calcium- hydroxid in %	weitere Zusätze	Lösungs- mittel	Packungs- größe
Hydroxyline SN (Merz)	1,5	----	Methylethyl- keton	6 ml
TECTOR (Ige artis)	4,4	Kanada- balsam	Methylethyl- keton	10 ml
Tubulitec Liner	5,0	Zinkoxid	Ethylacetat	10 ml

Lacke hinterlassen nach Verdunsten des Lösungsmittels eine durchlässige organische Schicht; in der Werbung werden sie meist ebenso als "Liner" bezeichnet (Amalgamliner, Copalite, PrepEze, Seal&Protect, Sensodyne Sealant, Thermoline, Universal Dentin Sealant). Zur Behandlung des Dentins sind heutzutage Dentinadhäsive sicherlich überlegen, so dass sich auch hier die Frage nach der Indikation stellt.

Vor dem Anwenden von Dentinhaftvermittlern und Befestigungskompositen sind sie kontraindiziert.

Vitalitätsprüfung

Kohlenstoffdioxid, CO₂

Kohlensäureschnee weist eine Temperatur von etwa -80 °C auf. Mit diesem Sensibilitätstest lässt sich die Vitalität eines Zahnes (Durchblutung der Pulpa) zu etwa 90 % richtig bestimmen. Vor vielen Jahren wurde in der Literatur diskutiert, dass bei der Anwendung Schmelzsprünge entstehen könnten: dies konnte letztlich nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden.

Propan, Butan

Gemische beider Gase in Sprühflaschen erzeugen bei Verdunsten einen noch ausreichenden Kältereiz von bis zu -40 °C. Die Gase sind explosibel! Um eine Zulassung als Arzneimittel zu umgehen, wurden Produkte als "technische Kältesprays" bezeichnet.

Explosions-
gefahr

Handelsname	Hersteller	Inhaltsstoffe	Packungsgröße
Coolan*	Voco	Propan, Butan	200 ml
Dentocool	Voco	Propan, Butan	200 ml
		<i>nicht mehr</i>	
Kältespray	Kaniedenta	Propan, Butan	200 ml
Miracold Plus FCKW frei	Hager & Werken	Propan, Butan Isohexan	200 ml
M+W Kältespray	M+W Dental	Propan, Butan	
Roeko Endo-Frost	Colténe Whaledent	Propan, Butan	200 ml
V.Tast Schneegenerator	Medeq	Kohlensäure (CO ₂)	710 ml

ERHALTUNG DER VITALEN PULPA

Indirekte Überkappung (Caries-profunda-Therapie)

Die Versorgung pulpanahen Dentins setzt das Entfernen erweichten Zahnbeins voraus. Dort sind weiterhin ein Pulpaschutz durch Medikamente (bevorzugt Calciumhydroxid-Präparate) und eine Unterfüllung indiziert. Das Anlegen von Kofferdam für die Behandlung im pulpanahen Drittel wird empfohlen, vor allem, wenn die Eröffnung des Pulpakavums droht.

Von den erhärtenden Materialien werden folgende bevorzugt:

Calciumsalicylate

Sie werden durch Mischen zweier Pasten mit Calciumhydroxid bzw. Salicylsäureestern zubereitet. Lichthärtende Präparate enthalten Urethan-Dimethacrylat. Sie geben kaum Calciumhydroxid ab.

Calciumsalicylate sind wenig druckfest und lösen sich unter der Deckfüllung auf. Sie sind daher nur kleinflächig zu applizieren.

**Einbringen
in geringer
Menge**

Die Mischungen sind z. T. nur mangelhaft deklariert. Insofern ist nicht gesichert, ob das Ergebnis vorangegangener Untersuchungen auf die gegenwärtige Zusammensetzung zutrifft.

Handelsname (Hersteller)	Zubereitungs- form	Inhaltsstoffe	Packungs- größe
Dycal® (Dentsply/ De Trey)	Basispaste	Calciumhydroxid 1,3-Butylenglykol-disalicylat, Zinkoxid, Calciumphosphat Calciumwolframat Eisenoxid-Pigmente	13 g
	Katalysatorpaste	Butylenglykol- Salicylsäureester Calciumhydroxid, Zinkoxid N-ethyl-o/p-toluol- sulfonamid, Titandioxid, Zinkstearat	11 g
Life (Kerr)	12 g Basismaterial	6,1 g Kalziumhydroxid und 1,65 g Zinkoxid	12 g
	12 g Katalysator	4,32 g Bariumsulfat, 3,98 g Polymethylen- salicylatharz, 1,81 g Methylsalicylat	12 g

Zinkoxid-Eugenol

Eugenol, ein fast wasserunlösliches Phenolderivat, ist mit über 80 % Hauptbestandteil des Nelkenöls. Es reagiert mit Zinkoxid unter Bildung von Eugenolat. Salze beschleunigen das Abbinden; meist wird Zinkacetat zugesetzt. Das Mischungsverhältnis beeinflusst die Eugenol-Abgabe nur wenig. Bei Kontakt mit Wasser wird innerhalb von Sekunden Eugenol wieder freigesetzt. Freies Eugenol führt durch Herauslösen von Calciumionen zur Erweichung von gesundem Dentin und dadurch zur Erhöhung der Permeabilität. In einer verschlossenen Kavität ist dieser Vorgang verzögert.

In der nicht freigelegten Pulpa sind Konzentrationen – ohne Eröffnung des Pulpakavums – zu messen, die reversible Zellschädigungen verursachen. Aus diesem Grunde sollte Zinkoxid-Eugenol nicht auf sehr dünne Dentinschichten aufgebracht werden.

Wirkung auf die Pulpa

Die Schmerzfreiheit nach Zinkoxid-Eugenol-Applikation ist bei einem Teil der Fälle mit einer späteren Pulpanekrose verbunden. Die Diffusion von bakteriellen Toxinen durch das Dentin wird gehemmt.

Die Mischung wird auch zur Caries-profunda-Therapie nur noch wenig verwandt. U. a. schließt eine Berührung des Kavitätenrands die folgende Applikation von Dentinhaftvermittlern und Kompositen aus.

Vor- oder Nachteile von Zusätzen in den Handelspräparaten sind nicht bekannt; allenfalls ist an die allergene Wirkung des Eugenols zu denken.

Handelsname (Hersteller)		Zinkoxid in %	Eugenol (E) Nelkenöl (N) in %	Zusätze in %	Packungsgröße
Cp-CAP (lege artis)	Pulver	30	----	Calciumhydroxid Kanadabalsam Zirkonium-(IV)oxid Zinkacetat	15 g
	Lösung	-----	84 (E)	Kolophonium Perubalsam	5 ml
Kalsogen® plus (Dentsply / DeTrey)	Pulver	99	93 (E)	Polystyrol	30 g
	Lösung			(Polyvinylbenzol)	20 ml
Nelkenöl-Zinkoxid (Kettenbach)	Pulver	100	-----	-----	30 g
	Lösung	-----	100 (N)	----	20 ml

Pulpal (Merz)	Pulver	99	-----	Thymol	1	20 g
	Lösung	-----	34 (E)	Zinkchlorid	25	10 ml
Zinkoxid-E. Spezialp. (Speiko)	Pulver	80		Zinkacetat	1	40 g
	Lösung	-----	100 (N)	-----		10 ml
Zinkoxid-E. schnellhärtend (Speiko)	Pulver	68	-----	Zinkacetat	1	40 g
	Lösung	-----	85 (N)	-----		10 ml

IRM (Zinkoxid mit 20 % Polymethylmethacrylat und Eugenol) wird für provisorische Verschlüsse angeboten.

Direkte Überkappung

Die im gesunden bzw. kariesfreien Dentin punktförmig („stecknadelspitzengroß“) freigelegte Pulpa ist erhaltungsfähig, wenn die Anamnese und die klinischen Befunde nicht auf eine Pulpitis hinweisen.

Eine freiliegende Wunde mit einem Durchmesser über 1 mm² gilt in der Regel nicht als Indikation, bedeutsam bei Kronenfrakturen. Das Alter des Patienten ist ebenfalls wichtig: Kontraindikation bei Patienten über 60 Jahre.

Die einmalige Kontamination der Pulpawunde verschlechtert das Ergebnis weniger als das Vordringen von Bakterien entlang eines undichten Füllungsrandes. Die Blutung muss mit z. B. NaOCl, Calciumhydroxid, oder verdünntem Wasserstoffperoxid gestillt sein.

**dichter
Verschluss**

Zum Abdecken der Pulpa eignen sich Zubereitungen von:

Calciumhydroxid, Ca(OH)₂

Wässrige Aufschwemmungen von Calciumhydroxid erzeugen eine demarkierte Koagulationsnekrose. Darunter bilden sich kollagene Fasern, die mineralisiert werden.

(Anstelle der nachfolgend genannten Handelspräparate werden ihrer angeblich besseren Abdichtung wegen oft erhärtende Calciumsalicylate bevorzugt.)

Handelsname (Hersteller)	Inhaltsstoffe	in %	weitere Zusätze	Packungs- größe
Calasept® (Speiko)	Calciumhydroxid Bariumsulfat	46 10	Wasser	2 Zylinder-Amp. mit 2,5 g
Calcicur® (Voco)	Calciumhydroxid	60	Hydroxyethyl- zellulose	Spritze mit 2 ml
CALCIPRO (Ige artis)	Calciumhydroxid Bariumsulfat	90 10	-	10 g Glasflasche
Calxyl® (Oco)	Calciumhydroxid	42		20 g Spritze mit 2 g
Calxyl® röntgensichtbar (Oco)	Calciumhydroxid Bariumsulfat	23 27	Wasser	20g Spritze mit 2 g
Endomagic Magipaste (Loser)	Calciumhydroxid Bariumsulfat	35 33	Propylenglykol 27 Hilfsstoffe 5	2,2 g Spritze
Hypocal® SN (Merz Dental)	Calciumhydroxid Bariumsulfat	45 5	Wasser Hydroxyethyl- zelluloselösung	Spritze mit 2 bzw. 2,5 ml
Speikocal (Speiko)	Calciumhydroxid Bariumsulfat	46 10	Wasser	2 ml

Calciumsalicylate

Die erhärtenden Zubereitungen werden aus Calciumhydroxid und Salicylsäureestern gemischt. Auf die Pulpa aufgetragen, verhindern sie durch rasches Abbinden vorteilhaft ein größeres Blutkoagulum. Die Gewebeverträglichkeit bei direktem Kontakt mit der Pulpa ist allerdings fraglich. Die von der indirekten Überkappung her bekannte langfristige Resorption führt aber auch hier zum Verlust des Calciumsalicylats.

Haltbarer sollen lichthärtende Präparate sein, abzuleiten von deren Gehalt an Urethan-Dimethacrylat (wie in Kompositen). Seine Indifferenz für die Pulpa sollte belegt werden. Solche Präparate geben kaum Calciumhydroxid ab.

**Vergleich mit
Ca(OH)₂-
Suspensionen**

**licht-
härtende
Präparate**

SCHMERZBESEITIGUNG BEI ENTZÜNDETER PULPA

Bekanntlich ist es schwer, die Diagnose einer Pulpitis sicher zu stellen. Sofern aufgrund der Symptomatik noch eine reversible Phase der Entzündung vermutet wird, wird bei kariösen Defekten die Versorgung mit Calciumhydroxid empfohlen (exspektative Reaktionsdiagnostik nach WANNENMACHER). Sofern ein Anhalt dafür gegeben ist, dass Keime nicht in die Pulpa eingedrungen sind (z. B. bei Schmerzen nachdem Präparieren), wird eine „Ausheilung“ als möglich bis wahrscheinlich angesehen. Voraussetzung ist das vollständige Exkavieren und ein dichter Verschluss.

Corticoide

Diese entzündungshemmenden Substanzen schränken die körpereigene Infektabwehr ein, so dass bei einer bereits eingetretenen Infektion keine Heilung mehr zu erwarten ist.

Corticoide

Es ist nicht bewiesen, dass ein Zusatz von Antibiotika zu Präparaten dieser Art die genannten Mängel kompensiert, selbst wenn diese zu einer Verminderung des Keimwachstums führen.

Bei einem Teil der derart versorgten Fälle kommt es zu einer symptomlosen Pulpanekrose; durch die Schmerzbefreiung kann somit eine Heilung vorgetäuscht werden. Untersuchungen zum Vergleich mit Calciumhydroxid oder Zinkoxid-Nelkenöl über einen mehrjährigen Zeitraum fehlen. Berichte über die Bildung von Reizdentin weisen kein einheitliches Ergebnis auf. Sofern Unterschiede in Abhängigkeit von weiteren Zusätzen beschrieben wurden, werden sie durch deren Vielzahl schwer vergleichbar.

Aufgrund dieser Einschränkungen sollten Corticoide nur zur temporären Notversorgung (bis zur Vitalexstirpation) angewendet werden.

Ledermix® (Riemser)	- Paste	Triamcinolon 1 %, Demethylchlortetracyclin 3 %, Polyethylenglykol Tube mit 5 g
	- Zement	Triamcinolon 0,6 % Demethylchlortetracyclin 2 % Zinkoxid , Eugenol 5 g u. 2,5 ml

Der erhärtete Zement gibt seine Bestandteile nur noch in Spuren ab.

Sogenannte Heilanästhesie

Die Injektion von Lokalanästhetika ohne Vasokonstringens bei den Symptomen einer akuten Pulpitis wurde in der Absicht vorgenommen, die Entzündung zu hemmen. Neuere Untersuchungen als Beleg fehlen.

Angeboten wird z. B. Articain (vgl. Kap. „Lokale Schmerzausschaltung“).

WURZELKANALBEHANDLUNG – ENDODONTIE

Devitalisation der Pulpa

Die nekrotisierende Wirkung von Formaldehyd, freigesetzt aus seinen Polymeren, ist nicht zuverlässig auf die Pulpa zu begrenzen. Daher drohen Nekrosen angrenzender Gewebe. Verursacht sind sie durch undichte Verschlüsse bei der erforderlichen langen Liegedauer. Indikationen werden kaum noch genannt, wie die unzureichende örtliche Betäubung bei Pulpitis oder die verweigerte Lokalanästhesie durch Kleinkinder; doch selbst hier wird das (ausnahmsweise) Nekrotisieren der Milchzahnpulpa mit anschließender Mortalampputation allgemein abgelehnt.

Die Devitalisation sollte somit auf solche seltenen Ausnahmen beschränkt bleiben, wo sie nach Ausschöpfen aller anderen Möglichkeiten absolut unvermeidbar erscheint.

**nur noch
sehr
seltene
Indikation**

Paraform(aldehyd)

Ist ein Polymer des Formaldehyds; es gibt dieses langsam an das umliegende Gewebe ab, wo das Gas nur begrenzt diffundiert. Formaldehyd denaturiert Eiweiß, wodurch es das Gewebe nekrotisiert.

AUFBEREITUNG UND DESINFEKTION DES INFIZIERTEN WURZELKANALS

Spülungen

Sie beseitigen Gewebereste im Zuge der Aufbereitung des Wurzelkanals. Allgemein anerkannt ist hierfür nur

Natriumhypochlorit

Es ist alkalisch gelöst nur beständig, wenn es vor Licht geschützt wird.

In 3-prozentiger Lösung vermindert es die Keimzahl erheblich, abhängig von der Temperatur. Bevorzugt wird die 5-prozentige Zubereitung, auch wenn sie für vitale Zellen nicht indifferent ist.

Die folgend genannten Handelspräparate werden mit höherem Gehalt angegeben; er vermindert sich beim Lagern.

Handelsname (Hersteller)	Konzentration in %	Packungs- Größe
HISTOLITH (lege artis)	5	50 ml, 500 ml
Hypochlorit (Speiko)	5	30 ml, 100 ml
Parcan (Septodont)	3	50 ml

Die früher empfohlene abwechselnde Spülung mit 3-prozentigem Wasserstoffperoxid gilt nicht mehr als vorteilhafter.

Edetinsäure (INN), Ethylendiamintetraessigsäure, EDTA

Der Chelatbildner EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure) löst zwar nicht die Pulpareste auf, beseitigt aber die nach der Aufbereitung dem Kanalwanddentin anhaftende Schmierschicht und verbessert dadurch die Wandständigkeit der Wurzkanauffüllung. Zum Gängigmachen enger oder obliterierter Wurzelkanäle sind Chelatoren nicht geeignet.

**Auflösen der
Schmier-
schicht**

EDTA wird nicht nur als Spüllösung, sondern auch in Form eines Gels angeboten, das die Gleitfähigkeit der Instrumente verbessern soll.

**Verbessern
der Gleit-
fähigkeit**

Handelsname (Hersteller)	Natrium-Edetat (Konzentration in %)	Packungs- größe
CALCINASE EDTA- Lösung (lege artis)	20	50 ml, 200 ml, 500 ml
CALCINASE-slide* (lege artis)	15	9 ml in der Tube
Canal +* (Septodont)	Lubrifiant hydrosoluble, EDTA + Harnstoffperoxid	3,5 g Spritzen
File-Care EDTA* (VDW)	15	4 x 1,2 ml
File-EZ* (Ultradent)	18 + 10 (Harnstoffperoxid)	4 x 1,2 ml
File-Rite (Pulpdent)	17	30 ml, 60 ml, 120 ml

Glyde™ File Prep* (Maillefer/Dentsply)	Polyethylenglycol, Propylenglycol Schaumbildner, Cetylalkohol EDTA, Carbamidperoxid	3 Spritzen à 3 ml
Largal ultra (Septodont)	15 + Cetrimid 0,15 %	13 ml
Endomagic MD cleanser (Loser)	17	Fläschchen mit Spritze
Endomagic MD Gel* (Loser)	15	2 x 3,5 g
RC-Prep* (Ubert/Premier Dental)	15 + 10 (Harnstoffperoxid)	18 g (Spritze oder Dose)
Speiko EDTA-Gel* (Speiko)	15	3,5 g Spritze

* Gel		

„Medikamentöse Einlagen“

Kann die Wurzelkanalbehandlung nicht in einer Sitzung abgeschlossen werden, gilt das zeitweise Einbringen von Calciumhydroxid als angebracht. (Unwirksam ist das Calciumhydroxid gegen eine Infektion mit Enterococcus faecalis.)

**Calcium-
hydroxid**

Die früher häufig verwendeten Phenol-Derivate (z. B. Chlorphenol-Kampher-Menthol = ChKM) sind zytotoxisch und gelten als obsolet. (N.B.: Auch ein individuell verordnetes Rezept darf ein Apotheker nur ausführen, wenn der Zahnarzt begründet, warum für einen bestimmten Patienten keine andere Substanz anwendbar ist.)

**Phenol-
Derivate**

Im Handel sind noch früher übliche Mischungen mit Phenolderivaten: ChKM (Haupt, Würzburg), ED 84 (Speiko, Münster).

Das Gemisch aus drei Kresol-Isomeren mit Formaldehyd wird im Ausland als „Formokresol“ noch für das kurzfristige Applizieren auf die Amputationsstümpfe von Milchmolaren angegeben.

**Form-
aldehyd -
Präparate**

Der betreffenden Stellungnahme der DGZMK zufolge ist diese Maßnahme nicht zu empfehlen (DGZMK 2002).

Auch Corticoid-Antibiotika-Kombinationen gelten nicht als in typischer Weise angezeigt.

Corticoide

Als medikamentöse Einlagen mit einer Liegedauer von bis zu 7 Tagen beseitigen 2-prozentige Lösungen von Chlorhexidin-Digluconat meist die Keime im Wurzelkanal.

Guttapercha-Stifte mit Zusatz von 5 % Chlorhexidin-Diacetat sind im Handel (Colténe-Whaledent-Roeko) erhältlich.

Chlorhexidin

WURZELKANALFÜLLUNG

Weichbleibende (temporäre) Wurzelkanalpasten

Zur nur vorübergehenden Applikation eignen sich vornehmlich

Calciumhydroxid-Pasten

Bei längerem Belassen (als „temporäre Wurzelfüllung“) ist bei nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum eine Apexifikation möglich; dieses Vorgehen berechtigt es, die Calciumhydroxid-Pasten den medikamentösen Einlagen zuzuordnen.

Eine Reossifikation von Knochendefekten bei chronischer apikaler Parodontitis wurde nach Abfüllen des Kanals mit Calciumhydroxid-Pasten bei einem Teil der Fälle beobachtet.

Präparate im Kapitel „Erhaltung d. vitalen Pulpa“.

Die Applikation von Guttapercha-Stiften mit Zusatz von Calciumhydroxid ist jener von Pasten unterlegen.

Kresol-(Para)Formaldehyd-Pasten

Auch nach einer „Mortalamputation“ an Milchzähnen wird die Applikation von Formaldehyd-Kresol-Pasten abgelehnt.

Das nur minutenlange Auftragen von "Formokresol" (s. oben) gilt als obsolet.

Erhärtende (definitive) Wurzelfüllmittel

Die vorherrschende Meinung ist, dass die Reaktion des periapikalen Gewebes vor allem von der messbaren Randdichte der Wurzelfüllung auf Dauer abhängt. Soweit diese Forderung mit Guttapercha-Stiften* erfüllt werden soll, muss das Material mit erhärtenden Präparaten (Sealern) kombiniert werden. Dies gilt auch für thermoplastische Verfahren.

Guttapercha-Stifte

Werden Guttaperchaspitzen mit angemischten Präparaten eingebracht, wird angrenzendes vitales Gewebe fast nur von dem noch plastischen Gemisch berührt.

Während des Abbindens, z. T. auch danach geben die Mischungen zellschädigende Substanzen ab (Calciumsalicylate ausgenommen).

**zell-
schädigende
Substanzen**

Erschwert wird die Bewertung dadurch, dass nur Fertigpräparate überprüft wurden, die mehrere Substanzen enthalten. Daher ist es aufgrund der Berichte kaum möglich, zwischen rationellen, überflüssigen oder gar schädigenden Bestandteilen zu differenzieren.

Mineral-Trioxid-Aggregate (MTA)

Derartig bezeichnet wird ein Gemisch von Metalloxiden (Na-, K-, Mg-, Al-, Si-, Fe-Oxid). Die Mischung mit Wasser erhärtet nach Stunden. Sie ist biokompatibel und dichtet sehr gut ab.

**Mineral-
Trioxid-
Aggregate**

Indikationen sind u. a. ein nicht-abgeschlossenes Wurzelwachstum (nach einer Einlage von Calciumhydroxid) und Perforationen (via falsa).

Im Handel sind folgende Präparate: Pro Root MTA (Dentsply/DeTrey), MTA (Angelus), Ledermix MTA (RIEMSER) (identisch zu MTA Angelus).

* Anstelle des in Guttaperchaspitzen enthaltenen Zinkoxids wird in einem Präparat Calciumhydroxid zugefügt. Im Kanal wird es während einiger Stunden abgegeben. Verbunden mit AH 26 wird die Abdichtung des Kanals vermindert. Das in den Stiften in Spuren vorhandene Cadmium wird nicht freigesetzt.

Calciumsalicylate

(Erhärtende Calciumhydroxid-haltige Präparate)

Solche erhärtenden Mittel werden in ähnlicher Zusammensetzung wie zur Überkappung auch zur Wurzelfüllung angeboten. Soweit eine Deklaration vorliegt, ist ihnen gemeinsam, dass sie Salicylsäurederivate enthalten. Inwiefern nach längerer Liegedauer ebenfalls Substanzverluste eintreten, ist bisher nicht belegt worden.

Handelsname (Hersteller)	Zubereitungs- formen	Inhaltsstoffe (in %)	Zusätze (in %)	Packungs- größe
Apexit (Vivadent)	Paste	Calciumhydroxid (32)	Collophonium (32)	3 g
	(Aktivator-) Paste	Salicylsäureester (36)	Wismutoxid/ carbonat (36)	3 g

Sealapex® (Kerr)	Paste	Calcium(hydr)oxid* (25) Bariumsulfat (19)	12 g
	Paste	(Methyl-.Butyl-) Salicylsäureester (16)	12 g

* Mengen werden nur für die angemischte Zubereitung angegeben

Zinkoxid-Nelkenöl bzw. Eugenol

Eine Reihe von Fertigpräparaten enthält diese Kombination, ohne dass es immer in der Deklaration eindeutig zum Ausdruck gebracht wird. Meist werden weitere Zusätze hinzugefügt, für die die oben genannten Einwände gelten.

Eine beständige Abdichtung des Wurzelkanals mit Zinkoxid-Nelkenöl bzw. Zinkoxid-Eugenol allein ist nicht möglich. Daher ist es mit Guttapercha-Stiften zu kombinieren. Auch in Kombination mit Guttapercha-Stiften besteht nach längerer Liegedauer die Gefahr von Substanzverlust.

In das Wurzelkambium abgegebenes Eugenol hemmt Keime. Bei kleinflächigem Kontakt am Foramen apicale erreicht die Konzentration nur in einem engen Bezirk und zeitlich begrenzt zellschädigende Größen.

Wird jedoch Zinkoxid-Eugenol über den Apex gefüllt, kann eine Nekrose im Desmodont oder Knochen auftreten. Gegenüber Gewebekulturen sind Zinkoxid-Eugenol-Gemische nachweislich toxisch.

**Schäden
durch
Überfüllung**

Über allergische Reaktionen nach Applikation im Wurzelkanal wurde vereinzelt berichtet. Der Zusatz von Perubalsam kann sensibilisierend wirken. Bei Überfüllungen in die Kieferhöhle können dort Schimmelpilzinfektionen (Aspergillose) auftreten.

Handelsname (Hersteller)	Zubereitungs- form	Inhaltsstoffe in %	Zusätze in %	Packungs- größe
Aptal-Zink- Harz (Speiko)	Pulver	Zinkoxid 60	Silber 10 Thymol 2	23 g
	Lösung	Eugenol 45	Perubalsam 30	10 ml

HERMETIC® (lege artis)	Pulver	Zinkoxid	61	Zinkstearat	2	14 g
				Zinkacetat	7	
				Zirkonium-(IV)oxid	30	
	Lösung	Eugenol	89	Perubalsam	11	8 ml

Zinkoxid-Eugenol mit Zusätzen (Paraform, Jodthymol)

Paraform wirkt durch Abspalten von Formaldehyd gewebsschädigend. Trotz der Ablehnungen sind solche Präparate noch im Handel (z. B. N2).

**Gewebs-
schäden
durch
Paraform**

Den Zusatz von Jodthymol hatte die wissenschaftliche Kommission beim früheren Bundesgesundheitsamt als Allergen abgelehnt (enthalten in Endomethasone).

Kondensate und Polymerisate

Bekanntlich verbinden sich Aldehyde bzw. Ketone mit Phenol (-Derivaten) zu Molekülketten; die entstehenden Produkte werden auch als „Kunststoff“-Wurzelkanalfüllungen bezeichnet.

Während des Abbindens von angemischten Präparaten dieser Art wurden einander widersprechende Reaktionen beobachtet: So wird im Vergleich zu Zinkoxid-Eugenol-Gemischen den Präparaten dieser Gruppe (AH 26, Diaket® A) eine geringere Toxizität nachgesagt.

**Reaktion des
periapikalen
Gewebes**

Beim Vergleich von AH 26 mit Diaket sei das erstgenannte Präparat gegenüber Zellkulturen weniger toxisch gewesen. Hinsichtlich der Reaktionen periapikaler Gewebe bestünden keine wesentlichen Unterschiede. Bleibt die Füllung auf den Wurzelkanal beschränkt, sei nur eine schwache entzündliche Reaktion registriert worden, bei Überfüllung stets Nekrosen des apikalen Knochens.

Methenamin (Hexamethylentetramin) entsteht beim „Einengen“ von Formaldehyd und Ammoniak. Ältere Epoxidharze (z. B. AH 26) setzen unmittelbar nach dem Anmischen – zeitlich begrenzt – äußerst geringe Mengen von Formaldehyd frei. Bei dem Nachfolgepräparat AH plus soll dies nicht erfolgen; es bindet rascher ab.

**Form-
aldehyd-
Abgabe**

Handelsname (Hersteller)	Zubereitungs- form	Inhaltsstoffe Packungsgröße
2Seal (VDW)	Paste 1:	Epoxidharze, Calciumwolframat Zirkoniumoxid, Aerosil, Eisenoxid,
	Paste 2:	Amine, Calciumwolframat Zirkoniumoxid, Aerosil, Silikonöl
AH 26 [®] (Dentsply/DeTrey)	Pulver:	Wismutoxid 60 %, Silber 10 %, Methenamin 25 % Packung mit 8 g
	Paste:	Propyriden-Diphenol-Polymerisat ("Epoxybisphenol") Packung mit 8 bzw. 7,5 g
AH 26 [®] silberfrei (Dentsply/DeTrey)	Pulver:	Wismutoxid 66 %, Methenamin 28 %
	Paste:	Propyriden-Diphenol-Polymerisat (Epoxybisphenol) Packung mit 8 bzw. 7,5 g
AH Plus [™] (Dentsply/DeTrey)	Paste 1:	Epoxybisphenol, Calciumwolframat Zirkoniumoxid, Aerosil, Eisenoxid
	Paste 2:	wie Paste 1, zusätzlich: Amine (Aminoadamantan, N,N-Dibenzyl-5-Oxanonan)
RoekoSeal Automix (Colténe- Whaledent)	Paste 1:	Polydimethylsiloxan, Paraffinöl, Zirkondioxid
	Paste 2:	Polydimethylsiloxan, Silikonöl, Hexachlorplatinsäure (Katalysator), Zirkondioxid
RoekoSeal Single Dose (Colténe- Whaledent)	Paste 1:	Polydimethylsiloxan, Paraffinöl, Zirkondioxid
	Paste 2:	Polydimethylsiloxan, Silikonöl, Hexachlorplatinsäure (Katalysator), Zirkondioxid

Glasionomer-Zemente

Sie binden durch Reaktion von Silikat mit Polymeren organischer Säuren ab, z.B. der Methacryl- oder der Maleinsäure.

* In der ISO-Norm 6876-1986 sind Richtlinien für die Anerkennung von Wurzelfüllungen festgelegt, sie betreffen physikalische Daten. Das skandinavische Institut für Materialprüfung NIOM hatte als der Norm entsprechend eingestuft: AH 26, Apexit, Ketac-Endo