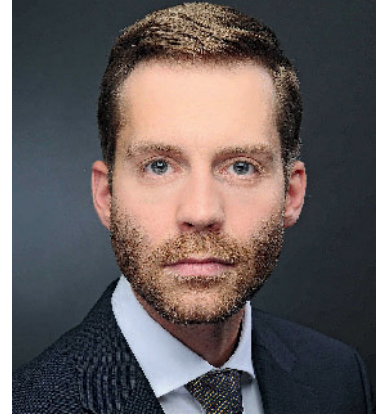




Falk Schwendicke¹, Christian Splieth², Andreas Schulte³

Behandlung kariöser Läsionen: Konsensempfehlungen zu Terminologie und Entfernung kariösen Gewebes*



PD Dr. Falk Schwendicke (Foto: privat)

*Managing carious lesions:
consensus recommendations on terminology
and carious tissue removal (excavation)*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten? / Why should you read this article?

Ausgehend von einem veränderten Verständnis der Erkrankung Karies hat sich auch ein Paradigmenwechsel in der Therapie von Karies und kariösen Läsionen vollzogen. Der Artikel stellt – basierend auf den Ergebnissen eines internationalen Konsensprozesses – Konzepte für ein zeitgemäßes und evidenzgestütztes „Kariesmanagement“ vor, wobei der Fokus auf der Behandlung kavierter kariöser Läsionen liegt.

Based on an evolving understanding of dental caries, there is a significant change in the therapeutic approach towards caries and carious lesions. The article presents contemporary and evidence-guided concepts for managing the disease caries and its symptoms, based on an international consensus process. Its focus was the management of cavitated carious lesions.

Zusammenfassung: Basierend auf einer internationalen kariologischen Konsensuskonferenz werden hier Empfehlungen zur Terminologie und zum Vorgehen bei der Entfernung kariösen Gewebes (Kariesexkavation) zusammengefasst. Kern jeder Kariesbehandlung sollte die Prävention kariöser Läsionen sein. Für existierende Läsionen steht ebenfalls die Kontrolle der kariesverursachenden Faktoren im Vordergrund, nicht die Entfernung kariösen Gewebes. Hierdurch werden Zahnhartgewebe erhalten, der restaurative Zyklus unterbunden und Zähne länger erhalten. Erst wenn Läsionen kavitiert und somit nicht mehr reinigungsfähig bzw. kontrollierbar sind, sollten restaurative Maßnahmen erwogen werden. Vor der Restauration wird kariöses Dentin entfernt. Dies dient der Herstellung einer stabilen Grundlage für die Restauration sowie der Bereitstellung von Kavitätenwänden, an denen die Restauration adhäsiv verankert werden kann. Die Entfernung von Bakterien oder von demineralisiertem Dentin steht hingegen heute weniger im Vordergrund. Bei der Exkavation in tiefen kariösen Läsionen in Zähnen mit vitaler, asymptomatischer Pulpa sollte die Integrität und das Überleben der Pulpa

Abstract: Based on an international consensus process we here summarize recommendations on terminology and on carious tissue removal and management of cavitated carious lesions. Dentists should manage and control the activity of existing cavitated lesions to preserve hard tissues and retain teeth long-term. It is recommended that the level of hardness (soft, leathery, firm, and hard dentine) is used as the criterion for determining carious tissue removal: 1) selective removal of carious tissue – including selective removal to soft dentine and selective removal to firm dentine; 2) stepwise removal – including stage 1, selective removal to soft dentine, and stage 2, selective removal to firm dentine 6 to 12 months later; and 3) nonselective removal to hard dentine – formerly known as complete caries removal (technique no longer recommended). Adoption of these terms will facilitate improved understanding and communication among researchers and within dental educators and the wider clinical dentistry community. Controlling the disease in cavitated carious lesions should be attempted using methods which are aimed at biofilm removal or control first. Only when cavi-

¹ Zahnerhaltung und Präventivzahnmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin

² Präventive Zahnmedizin und Kinderzahnheilkunde, Universitätsmedizin Greifswald

³ Abteilung für Behindertenorientierte Zahnmedizin, Universität Witten/Herdecke

* erstellt für die International Caries Consensus Conference

Peer-reviewed article: eingereicht: 16.06.2016, revidierte Fassung akzeptiert: 26.09.2016

DOI.org/10.3238/dzz.2017.4794

in den Vordergrund gestellt werden: Es wird daher nur so viel exkaviert, wie ohne Schädigung der Pulpa möglich ist. Peripher verbleibt nach der Exkavation hartes Dentin, pulpanah kann auch erweichtes Dentin zurückgelassen werden, um eine Pulpaexposition zu verhindern (selektive Exkavation bis zum weichen Dentin). Bei tiefen Läsionen an bleibenden Zähnen ist auch eine schrittweise Exkavation möglich. Bei flachen oder mitteltiefen Läsionen kann hingegen die Restaurationsstabilität priorisiert werden und weiches Dentin überall in der Kavität entfernt werden (selektive Exkavation bis zum festen Dentin). Die Autoren dieses Artikels würden es sehr begrüßen, wenn die hier behandelte Thematik und der bereits erzielte internationale Konsensus auch in einer nationalen Stellungnahme berücksichtigt werden würde. (Dtsch Zahnärztl Z 2017; 72: 156–162)

Schlüsselwörter: Entscheidungsfindung; Evidenzbasierte Medizin; Exkavation; Karies; Restauration

Einführung

Karies bleibt – trotz Rückgang der Karieserfahrung bei Jugendlichen in vielen Ländern – die chronische Erkrankung mit der weltweit höchsten Prävalenz [32]. Aus der Behandlung von Karies und kariösen Läsionen erwachsen Gesundheitskosten im Milliardenbereich [30]. Der Erprobung und Anwendung evidenzbasierter Strategien zur Verhinderung und Bekämpfung von Karies kommt daher eine große Bedeutung zu.

Die Internationale Kariologische Konsensuskonferenz – ein informeller Zusammenschluss von 21 Experten aus 12 verschiedenen Ländern – hat es sich zum Ziel gemacht, die Verbreitung solcher evidenzbasierter Strategien zu unterstützen. Die Gruppe traf sich im Februar 2015, um einen Expertenkonsens zu Terminologie und Empfehlungen zum Thema Entfernung von kariösem Gewebe – kurz Kariesexkavation – zu formulieren. Zentraler Punkt dieser Übereinkunft war die Frage, warum und wie kariöses Gewebe entfernt werden sollte und welche Begrifflichkeiten bei der Beschreibung dieses Prozesses (der „Kariesexkavation“) genutzt werden sollten. Dabei stand die Exkavation in Zähnen mit vitaler asymptomatischer oder reversibel entzündeter Pulpa im Vordergrund.

Im Anschluss an diese Konferenz wurden die Empfehlungen schriftlich niedergelegt und nach Abschluss eines weiteren Konsensusprozesses in 2 Artikeln auf Englisch publiziert (Schwen-

dicke F, Frencken JE, Bjorndal L et al. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal. *Adv Dent Res* 2016;28:58–67 [40]; Innes NP, Frencken JE, Bjorndal L et al. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Terminology. *Adv Dent Res* 2016;28:49–57 [21]). Diese Publikationen sind im Internet frei zugänglich und können problemlos eingesehen werden. Die vorliegende Publikation ist eine zusammenfassende Version dieser beiden Artikel [21, 40], die im Konsens verfasst und durch die Autoren ins Deutsche übertragen wurde. Die dargestellten Empfehlungen sollen eine Stellungnahme nationaler Fachgesellschaften nicht ersetzen.

Was ist Karies?

Karies ist eine Erkrankung, die durch eine ökologische Verschiebung der Zusammensetzung des dentalen Biofilms hervorgerufen wird. Die fein ausbalancierte Zusammensetzung der mikrobiellen Flora kommt beispielsweise durch übermäßige Kohlenhydratzufuhr aus dem Gleichgewicht, wobei azidogene (säurebildende) und azidurische (säuretolerante) Bakterien wie Streptokokken oder Laktobazillen bevorzugt werden und die Überhand nehmen. Dies führt zu einem Ungleichgewicht zwischen De- und Remineralisierung, das schließlich zu einem Netto-Mineralverlust der Zahnhartsubstanzen und der Ausbil-

tated carious lesions either are noncleansable or can no longer be sealed are restorative interventions indicated. Carious tissue is removed purely to create conditions for long-lasting restorations. Bacterially contaminated or demineralized tissues close to the pulp do not need to be removed. The evidence and, therefore, these recommendations support less invasive carious lesion management, delaying entry to, and slowing down, the restorative cycle by preserving tooth tissue and retaining teeth long-term. The authors of this article would welcome if the achieved consensus presented here would also be taken into account in a national guideline.

Keywords: decision making; evidence-based medicine; excavation; caries; restoration

dung einer kariösen Läsion führt [12]. Demnach ist Karies nicht – wie lange angenommen – eine Infektionserkrankung, die durch „Auslöschung“ des jeweiligen Erregers behandelt werden kann, sondern in erster Linie eine verhaltensassoziierte Erkrankung, die kausal behandelt werden sollte, also durch Kontrolle der Karies verursachenden oder begünstigenden Faktoren (Biofilmbildung und -reifung, Kohlenhydratzufuhr, Mineralverlust).

Warum werden kariöse Läsionen restauriert?

Karies bzw. kariöse Läsionen sollten demnach nicht primär durch Restaurationen therapiert werden. Nur für Läsionen, die nicht mehr kausal zu kontrollieren sind (also durch non-invasive Maßnahmen wie Biofilmkontrolle, Kohlenhydratrestriction, Fluoridierung), ist eine restaurative Therapie indiziert. Solche nicht kontrollierbaren Läsionen sind üblicherweise kavitiert; eine Restauration kann die eingebrochene Oberfläche sowie die Funktionsfähigkeit und Ästhetik des Zahnes wiederherstellen. Ebenso soll durch die Restauration der Pulpa-Dentin-Komplex geschützt werden. Restaurationen sind demnach keine kausale Behandlung von Karies, sondern in späten Läsionsstadien das letzte Mittel, um den Zahn wieder hygienefähig zu machen. Ausgehend davon, dass dentale Restaurationen eine be-

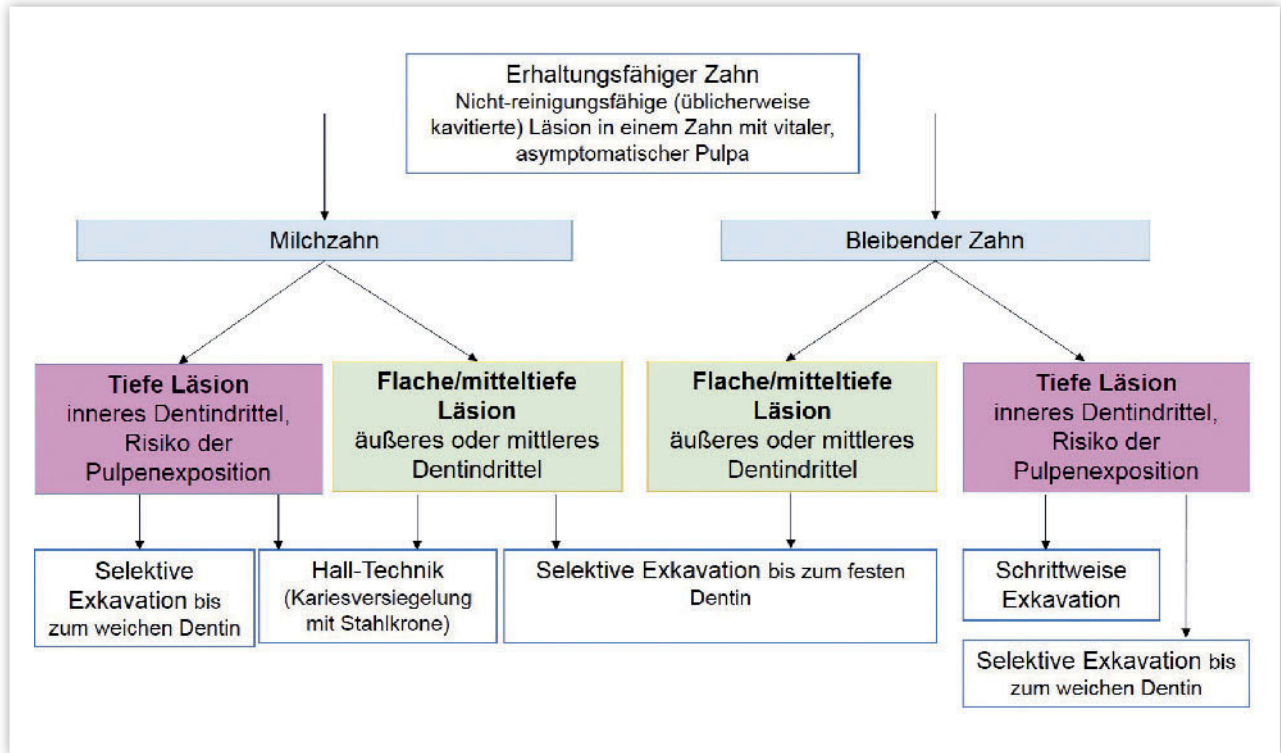


Abbildung 1 Entscheidungsfindung für nicht-reinigungsfähige Läsionen in erhaltungswürdigen Zähnen mit vitalen Pulpen. Übersetzt und modifiziert nach [40]. (Abb. 1: F. Schwendicke)

Figure 1 Decision-making for non-cleansable carious lesions in retainable teeth with vital pulps. Translated and modified from [40].

grenzte Lebensdauer haben, also das Platzieren einer Restauration eine Spirale von Nachbehandlungen in Gang setzt („Todesspirale des Zahnes“), sollte die Indikation für restaurative Interventionen demnach restriktiv gestellt werden [38].

Während inaktive kariöse Läsionen in der Regel keiner Therapie bedürfen, steht für die Behandlung aktiver kariöser Läsionen eine Reihe von Therapieoptionen zur Verfügung:

1. Nicht kavitierte Läsionen sollten non-invasiv kausal, also durch Biofilmentfernung [18,19], Ernährungskontrolle oder Fluoridierung behandelt werden [12].
2. Als weitere Optionen stehen Kariesversiegelungen zur Verfügung. Das Aufbringen einer Diffusionsbarriere in Form eines Versiegeler kann einen weiteren Mineralverlust der Zahnhartgewebe verhindern und kariöse Läsionen wirksam arretieren [16, 19]. Ein ähnliches Prinzip liegt der Kariesinfiltration zugrunde, bei der die Diffusionsbarriere aus dünnfließenden Kunststoffen innerhalb des Schmelzes und nicht auf der Schmelzoberfläche etabliert wird [37].

3. Für kavitierte Läsionen stehen diese Maßnahmen oftmals nicht zur Verfügung, da kavitierte Läsionen nur begrenzt non-invasiv oder mittels Versiegelung behandelt werden können. Auch wenn Versiegelungen zunehmend ebenfalls als Option für kavitierte Läsionen diskutiert werden, sind restaurative Behandlungen hier (noch) das Mittel der Wahl, gerade wenn ausgeprägte Läsionen vorliegen.

Warum wird kariöses Gewebe entfernt?

Üblicherweise wird vor der Restauration eines kariesbedingten Defekts kariöses Dentin entfernt, was eine Restauration von einer alleinigen Kariesversiegelung abgrenzt. Das Entfernen kariösen Dentins hatte traditionell mehrere Ziele:

1. die Kavität für das Stopfen einer Amalgamrestauration in Abgrenzung zur anspruchsvollen Kompositrestauration vorzubereiten sowie zusätzliche Unterschnitte für die Retention von Amalgam zu schaffen. Im Zeitalter adhäsiver Restaurationen ist die Entfernung ka-

riösen Dentins allein zur Schaffung von zusätzlichen Retentionsflächen nicht mehr zu rechtfertigen.

2. demineralisiertes oder verfärbtes Dentin zu entfernen. Demineralisiertes Dentin kann remineralisieren, insbesondere dann, wenn intakte Kollagenfasern vorliegen, und sollte daher erhalten werden [3, 24, 25, 34, 35]. Gleiches gilt für verfärbtes Dentin, das mechanisch vollkommen integer sein kann und nicht zwingend entfernt werden muss.
3. Bakterien zu entfernen. Die Entfernung von Bakterien fußt auf einem Verständnis von Karies als Infektionskrankung. Bakterien, die unter einer Restauration oder einem Versiegeler eingeschlossen werden, sind von der Kohlenhydratzufuhr aus der Nahrung abgeschlossen und sterben deshalb ab bzw. werden inaktiv [2, 15, 36]. Die Entfernung aller Bakterien kann daher auch nicht zur Begründung einer Kariesexkavation herangezogen werden. Gleichwohl sollte hervorgehoben werden, dass die Auswirkungen einer großen Zahl versiegelter Bakterien auf Pulpazellen nicht völlig klar sind. Zwar zeigen klinische Studien

bisher keine nachteiligen Folgen für das Pulpaüberleben, doch konnte in ihnen der Pulpastatus oft nur unzureichend beschrieben bzw. kontrolliert werden. Hier besteht demnach Forschungsbedarf.

Der Hauptgrund, warum auch heute noch vor einer Restauration kariöses Dentin exkaviert werden muss, lautet „Restaurationsüberleben“: Kariöses Dentin ist weicher als gesundes Dentin, es unterstützt die darüber liegende Restauration demnach nicht optimal gegenüber auftretenden Kaukräften [3, 23]. Zudem gehen konventionelle Dentinadhäsive nur eingeschränkte Haftverbände zu kariösem Dentin ein [46]. Daher sollte in weiten Teilen der Kavität möglichst festes, mechanisch unterstützendes und haftungsfähiges Dentin nach der Exkavation verbleiben. Gerade im pulpanahen Bereich ist dies jedoch keine zwingende Notwendigkeit und kann, wie noch darzustellen ist, sogar nachteilig sein.

Exkavation ist also nötig, um Restaurationen zu stabilisieren. Im Gegensatz dazu kann bei der sogenannten Hall-Technik auf die Exkavation verzichtet werden: Hier wird eine präformierte Stahlkrone auf kariöse Milchzähne ohne vorherige Exkavation aufgebracht; kariöses Dentin wird demnach unter der stabilen Krone versiegelt. Auf die Entfernung weichen Dentins kann verzichtet werden, da die Krone keine Unterstützung durch das Dentin der Kavität benötigt; ebenso wenig ist eine Dentinhaftung notwendig. Diese Therapie ist bisher jedoch nur für Milchzähne anwendbar und stellt demnach eher die Ausnahme als die Regel zur Versorgung kavittierter Läsionen dar [20].

Welche Prinzipien gelten für die Entfernung kariöser Gewebe?

Bei der Entfernung kariösen Gewebes vor der Restauration der Kavität sollte demnach

- demineralisiertes, jedoch remineralisierbares Dentin erhalten werden,
- die Integrität und Vitalität der Pulpa erhalten werden,
- die Kavität für die Platzierung einer langlebigen Restauration vorbereitet werden.

Demnach sollte in Pulpanähe möglichst Dentin erhalten werden, um eine Pulpa-

exposition und -irritation zu verhindern. Die Vitalerhaltung der Pulpa ist zentral für die langfristige Prognose des Zahnes [6, 43, 45]. In pulpafernen Bereichen sollte eher die Entfernung weichen Dentins im Vordergrund stehen, um eine ausreichende Stabilität und Haftung der Restauration abzusichern.

Zahnärzte sollten demnach abwägen: In Läsionen, die nicht bis in Pulpanähe ausgedehnt sind (also radiologisch nicht das innere Dentindrittel oder -viertel betreffen), sollte das Restaurationsüberleben priorisiert werden. In tiefen, pulpanahen Läsionen sollte hingegen die Integrität und Vitalerhaltung der Pulpa höher gewichtet werden. Aus diesen Überlegungen ergeben sich eine Reihe von Strategien zur Entfernung kariösen Gewebes.

Wie soll kariöses Gewebe entfernt werden?

Traditionell wurden die Strategien zur Entfernung kariösen Gewebes in „vollständige“ und „unvollständige“ Exkavation unterteilt. Diese Begriffe sind problematisch, denn es ist nicht klar, nach welchem Kriterium kariöses Dentin „vollständig“ exkaviert werden soll: Wie bereits erwähnt, ist die Dentinfarbe (Entfernung jeglichen verfärbten Dentins) kein nützliches Kriterium und klinisch bisher nicht validiert [42]. Die Anfärbbarkeit mittels Kariesdetektor (Entfernung jeglichen anfärbbaren Dentins) hat sich als höchst nachteilig erwiesen, da viel weiter als notwendig exkaviert und die Pulpa übermäßig oft eröffnet wird [42]. Die Entfernung jeglicher Bakterien ist klinisch nur schwer zu kontrollieren [26]. Mithilfe von fluoreszenz-assistierten Methoden können bakterielle Stoffwechselprodukte im Dentin nachgewiesen werden [28, 29]. Für eine fluoreszenz-assistierte Dentinentfernung wird jedoch ein weiteres Gerät in der Praxis benötigt. Zudem ist auch dieses Kriterium bislang nicht klinisch validiert. Ausgehend von den dargestellten Überlegungen zur Bedeutung und Versiegelung von Bakterien ist das Ziel, alle Bakterien ausräumen zu wollen, auch nur bedingt logisch.

Daher werden heute andere Begriffe verwendet. In diesen kommt nicht das Ziel der Entfernung kariösen Dentins – also vollständig oder unvollständig –

zum Ausdruck, sondern es werden die Kriterien beschrieben, die bei der Entscheidung, ob bzw. inwieweit kariöses Dentin entfernt werden soll, zum Einsatz kommen sollen. Diese Kriterien richten sich vor allem nach dem Härtegrad des zu belassenen Dentins, weshalb hier eine Beschreibung verschiedener Härtegrade eingeschoben wird:

- „Weiches Dentin“ kann mit einem scharfen Handexkavator mit minimalem Krafteinsatz abgehoben werden.
- „Ledriges Dentin“ ist kompressibel und kann mit einem scharfen Handexkavator mit mäßiger Kraft aus der Kavität entfernt werden.
- „Festes Dentin“ kann mit einem scharfen Handexkavator nur mit deutlichem Krafteinsatz entfernt werden.
- „Hartes Dentin“ kann nur mit scharfen Instrumenten oder Bohrern bzw. Diamanten abgetragen werden; die Sonde „klingert“, wenn sie über hartes Dentin fährt.

Es gibt eine Reihe anderer Hilfsmittel, die bisher klinisch nur bedingt validiert sind und zusätzlichen Aufwand bzw. zusätzliche Kosten bedeuten [7, 27–29]. Diese werden daher hier nicht weiter beschrieben, können jedoch eingesetzt werden. Der Einsatz von Kariesdetektoren ist aus den bereits genannten Gründen abzulehnen.

Unter Nutzung der dargelegten Härtekriterien können 4 verschiedene Strategien zur Entfernung kariösen Dentins beschrieben werden:

1. non-selektive Entfernung bis überall nur hartes Dentin verbleibt. Dies entspricht der klassischen „vollständigen“ Exkavation – es verbleibt überall in der Kavität nur hartes Dentin. Diese Strategie strebt die Entfernung aller Mikroorganismen sowie des sämtlichen demineralisierten Dentins an und wird nicht mehr empfohlen.
2. selektive Entfernung bis zum festen Dentin. Hier verbleibt festes Dentin in tieferen (pulpanahen) Kavitätenbereichen zurück, während in der Peripherie der Kavität hartes Dentin zurückgelassen wird. Diese Methode wird zurzeit für flache oder moderat tiefe Läsionen empfohlen. Bei tiefen Läsionen birgt diese Strategie die Gefahr der Pulpaexposition und -schädigung und wird nicht empfohlen.
3. selektive Entfernung bis zum weichen Dentin. Hier verbleibt in Pulpanähe u.a. auch weiches Dentin, während in

der Peripherie wieder nur hartes Dentin zurückgelassen wird. Dadurch werden in der Peripherie optimale Bedingungen für die Restauration geschaffen. Gleichzeitig wird pulpanah eine Exposition der Pulpa vermieden und es werden daraus resultierende Pulpakomplikationen verhindert. Diese Strategie wird für tiefe Läsionen empfohlen.

4. schrittweise Entfernung [4, 5, 36]. Hierbei wird in einem ersten Schritt weiches Dentin in Pulpanähe belassen, während in der Peripherie hartes Dentin verbleibt. Die Kavität wird für ca. 6–12 Monate versiegelt. Um über diesen Zeitraum einen dichten Verschluss sicherzustellen, sind hierfür keine Materialien geeignet, die im klinischen Alltag als sogenannte provisorische Materialien gelten, wie Zemente auf ZnO-Basis. Nach 6–12 Monaten wird die temporäre Restauration entfernt und in einem zweiten Exkavationsschritt auch pulpanah so exkaviert, dass nur festes Dentin verbleibt. Da der zweite Schritt jedoch erneut Risiken für die Pulpa erzeugt [31, 39, 41], den Patienten erneut belastet, Kosten verursacht und zudem keine Vorteile für das Überleben von Zahn oder Restauration zu haben scheint, wird die schrittweise Entfernung kariösen Dentins zunehmend weniger empfohlen [22]. Gerade bei Kindern bzw. für Milchzähne sollte die selektive Entfernung bis zum weichen Dentin bevorzugt werden.

Die Entscheidungsfindung bei der Therapie kavittierter kariöser Läsionen in vitalen Zähnen ist in Abbildung 1 zusammengefasst.

Womit soll kariöses Gewebe entfernt werden?

Zur Entfernung kariösen Gewebes steht eine große Auswahl an Instrumenten (z.B. verschiedene Metall- oder Keramikbohrer, selbstlimitierende Kunststoffbohrer, Lasergeräte) und Techniken (z.B. Exkavation mit Handinstrumenten, chemomechanische Exkavation, Sono-Abrasion) zur Verfügung. Für viele dieser Instrumente oder Techniken sind nur wenige klinische Daten vorhanden, sodass hier keine klaren Empfehlungen möglich sind. Ein Vorteil der Handexka-

vation oder der chemomechanischen Entfernung kariösen Gewebes ist, dass sie weniger Schmerzen und Angst hervorrufen [8].

Wie sollte die Kavität behandelt werden?

Traditionellerweise wurde, gerade bei tiefen Kavitäten, eine Kavitätesinfektion vor der Restauration durchgeführt und ein Kavitätenliner, z.B. Kalziumhydroxid, eingebracht. Letzteres wird teilweise auch als indirekte Überkappung oder Caries-Profunda-Behandlung (CP-Behandlung) bezeichnet. Diese Begriffe sind jedoch nicht eindeutig. Alle Behandlungen von tiefen kariösen Läsionen (Caries Profunda) stellen CP-Behandlungen dar. Eine CP-Behandlung kann demnach mit oder ohne Applikation eines Kavitätenliners durchgeführt werden. Der Begriff der indirekten Überkappung signalisiert die Abdeckung des pulpanahen Dentins mit einem Medikament; einige Autoren im In- und Ausland assoziieren dies jedoch mit dem Zurücklassen kariösen Dentins (Abdeckung einer dünnen Schicht weichen Dentins über der Pulpa), andere wiederum nicht (Abdecken des pulpanahen Dentins nach Entfernung jeglichen weichen Dentins). Beide Begriffe (CP-Behandlung, indirekte Überkappung) sind nicht nur in Deutschland, sondern auch international historisch gewachsen und höchst unscharf. Präzisere Formulierungen (selektive Entfernung bis zum weichen Dentin in Pulpanähe, Applikation von Kalziumhydroxid in Pulpanähe) sollten diesen Begriffen vorgezogen werden.

Eine Desinfektion der Kavität vor der Restauration ist nicht durch klinische Daten gestützt und kann daher nicht empfohlen werden. Der Einsatz von Kavitätenlinern zum Pulpaschutz soll theoretisch antibakteriell und remineralisierend wirken und die Bildung von Reizdentin anregen [1]. Die antibakterielle Wirkung vieler Liner ist jedoch begrenzt und ausgehend von den beschriebenen Überlegungen zur Versiegelung von Bakterien auch nur begrenzt relevant [11, 44]. Außerdem ist die Remineralisierung durch Liner klinisch wenig belegt [9]. Aus diesen Gründen werden Liner zunehmend kritisch diskutiert. Liner können möglicherweise

zum Schutz der Pulpa vor thermischen Noxen oder Monomeren aus Dentinadhäsiven beitragen [14, 33], jedoch wird dieses zurzeit kontrovers diskutiert [10, 13, 17, 41]. Zusammenfassend kann zur Nutzung von Kavitätenlinern keine eindeutige Empfehlung abgegeben werden: Zahnärzte können Liner benutzen, diese werden jedoch heute nicht mehr als zwingend nötig angesehen.

Zusammenfassung

1. Basierend auf der Übereinkunft, die im Jahr 2015 auf einer internationalen Konsensuskonferenz erzielt wurde, werden folgende Empfehlungen zur Kariesexkavation gegeben: Kern jeder Kariesbehandlung ist es, die Entstehung kariöser Läsionen zu verhindern. Für existierende Läsionen soll die Kontrolle der kariesverursachenden Faktoren im Vordergrund stehen, nicht die Entfernung kariösen Gewebes. Hierdurch werden Zahnhartgewebe erhalten, der restaurative Zyklus unterbunden und Zähne länger erhalten.
2. Erst wenn Läsionen nicht reinigungsfähig und damit auch nicht mehr durch kausale Maßnahmen kontrollierbar sind, müssen weitere Therapiestufen erwogen werden. Hierzu zählen Versiegelung und Restauration.
3. Theoretisch sind sowohl Versiegerer als auch Restaurationen in der Lage, die Reinigungsfähigkeit der Oberfläche sowie Form und Funktion des Zahnes wiederherzustellen. Eine Restauration grenzt sich von einer Versiegelung dahingehend ab, dass vor der Restauration kariöses Dentin entfernt wird. Dies dient der Herstellung einer stabilen Grundlage für die Restauration sowie der Bereitstellung von Kavitätenwänden, an denen die Restauration adhäsiv verankert werden kann. Exkavation dient daher mechanischen Zwecken – kariöses Dentin wird vor allem entfernt, um eine langlebige Restauration zu erreichen.
4. Gerade für tiefe kariöse Läsionen in Zähnen mit vitaler, asymptomatischer Pulpa sollte die Integrität und das Überleben der Pulpa bei der Exkavation in den Vordergrund gestellt werden: Es wird so viel exkaviert, wie es ohne Schädigung der Pulpa möglich ist. Bei flachen oder mitteltiefen

- Läsionen kann hingegen die Restaurationstabilität priorisiert werden.
5. Flache oder mitteltiefe Läsionen können selektiv exkaviert werden, bis peripher hartes und zentral festes Dentin verbleibt.
 6. Tiefe Läsionen sollten hingegen so exkaviert werden, dass die Pulpa nicht eröffnet wird. Dazu kann pulpanah auch weiches Dentin verbleiben (selektive Exkavation bis zum weichen Dentin), während peripher wieder nur hartes Dentin verbleibt. In bleibenden Zähnen ist auch eine schrittweise Exkavation möglich.
 7. Zur Kavitätendesinfektion, zur Behandlung des pulpanahen Dentins und zur Restauration der Kavität sind bisher nur bedingt Empfehlungen möglich. Eine Applikation von Kalziumhydroxidlinern ist nicht mehr zwingend nötig.
- Diese Empfehlungen sollten in der demnächst erscheinenden Stellungnahme

der Deutschen Gesellschaft für Zahnerhaltung aufgenommen werden, um Zahnärzten verbindliche Handlungsanweisungen an die Hand zu geben.

Danksagung

Wir danken den Teilnehmern der Konferenz und Autoren der englischen Originalmanuskripte: Jo E. Frencken, Lars Bjørndal, Marisa Maltz, David J. Manton, David Ricketts, Kirsten Van Landuyt, Avijit Banderjee, Guglielmo Campus, Sophie Doméjean, Margherita Fontana, Soraya Leal, Edward Lo, Vita Machiulskiene, Andrea Ferreira Zandona und Nicola P.T. Innes. Danke auch an Prof. Edwina Kidd, Prof. Bente Nyvad und Prof. Wolfgang Buchalla für die Teilnahme an der Konferenz und ihre wertvollen Anregungen. Die Konferenz wurde finanziell unterstützt durch GC Europe (Leuven, Belgien), DMG (Hamburg, Deutsch-

land), 3M Espe (Seefeld, Deutschland) und Dentsply DeTrey (Konstanz, Deutschland). Die finanzielle Unterstützung wurde ohne Auflagen gewährt. Die Diskussionen in Leuven sowie die Erstellung der Manuskripte erfolgte ohne Beteiligung von Firmenvertretern. **DZZ**

Interessenkonflikt: Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

PD Dr. Falk Schwendicke
Abteilung für Zahnerhaltung und
Präventivzahnmedizin
CharitéCentrum 3 für Zahn-, Mund-
und Kieferheilkunde
Abmannshäuser Str. 4–6
14197 Berlin
falk.schwendicke@charite.de

Literatur

1. About I, Murray PE, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ: The effect of cavity restoration variables on odontoblast cell numbers and dental repair. *J Dent* 2001; 29: 109–117
2. Banerjee A, Yasseri M, Munson M: A method for the detection and quantification of bacteria in human carious dentine using fluorescent *in situ* hybridisation. *J Dent* 2002; 30: 359–363
3. Bertassoni LE, Habelitz S, Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW, Jr.: Biomechanical perspective on the remineralization of dentin. *Caries Res* 2009; 43: 70–77
4. Bjørndal L, Larsen T: Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. *Caries Res* 2000; 34: 502–508
5. Bjørndal L, Larsen T, Thylstrup A: A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res* 1997; 31: 411–417
6. Bjørndal L, Reit C, Bruun G et al.: Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci* 2010; 118: 290–297
7. Boston DW: New device for selective dentin caries removal. *Quintessence Int* 2003; 34: 678–685
8. Celiberti P, Francescut P, Lussi A: Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res* 2006; 40: 117–123
9. Corralo DJ, Maltz M: Clinical and ultrastructural effects of different liners/restorative materials on deep carious dentin: A randomized clinical trial. *Caries Research* 2013; 47: 243–250
10. Dalpian DM, Ardenghi TM, Demarco FF, Garcia-Godoy F, De Araujo FB, Casagrande L: Clinical and radiographic outcomes of partial caries removal restorations performed in primary teeth. *Am J Dent* 2014; 27: 68–72
11. do Amaral GS, de Cassia Negrini T, Maltz M, Arthur RA: Restorative materials containing antimicrobial agents: Is there evidence for their antimicrobial and anti-caries effects? – A systematic-review. *Aust Dent J* 2015
12. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd EA: Pathology of dental caries. In: Fejerskov O, Kidd EAM (Hrsg.): *Dental caries: The disease and its clinical management*. Blackwell Munksgaard, Oxford 2008, 20–48
13. Fusayama T: The process and results of revolution in dental caries treatment. *Int Dent J* 1997; 47: 157–166
14. Galler K, Hiller KA, Ettl T, Schmalz G: Selective influence of dentin thickness upon cytotoxicity of dentin contacting materials. *J Endod* 2005; 31: 396–399
15. Going RE, Loesche WJ, Grainger DA, Syed SA: The viability of microorganisms in carious lesions five years after covering with a fissure sealant. *J Am Dent Assoc* 1978; 97: 455–462
16. Griffin SO, Oong E, Kohn W et al.: The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res* 2008; 87: 169–174
17. Hebling J, Giro EM, Costa CA: Biocompatibility of an adhesive system applied to exposed human dental pulp. *J Endod* 1999; 25: 676–682
18. Heller KE, Reed SG, Bruner FW, Eklund SA, Burt BA: Longitudinal evaluation of sealing molars with and without incipient dental caries in a public health program. *J Public Health Dent* 1995; 55: 148–153
19. Hilgert L, Leal S, Mulder J, Creugers N, Frencken J: Caries-preventive effect of supervised toothbrushing and sealants. *J Dent Res* 2015; 94: 1218–1224
20. Innes NP, Evans DJ, Stirrups DR: Sealing caries in primary molars: randomized control trial, 5-year results. *J Dent Res* 2011; 90: 1405–1410
21. Innes NP, Frencken JE, Bjørndal L et al.: *Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology*. *Adv Dent Res* 2016; 28: 49–57
22. Kidd EA: How 'clean' must a cavity be before restoration? *Caries Res* 2004; 38: 305–313
23. Kinney JH, Balooch M, Haupt DL, Marshall SJ, Marshall GW: Mineral distribution and dimensional changes in human dentin during demineralization. *J Dent Res* 1995; 74: 1179–1184
24. Kinney JH, Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW: The importance of intrafibrillar mineralization of collagen on the mechanical properties of dentin. *J Dent Res* 2003; 82: 957–961
25. Kreulen CM, de Soet JJ, Weerheijm KL, van Amerongen WE: *In vivo* cariostatic

- effect of resin modified glass ionomer cement and amalgam on dentine. *Caries Res* 1997; 31: 384–389
26. Lager A, Thornqvist E, Ericson D: Cultivable bacteria in dentine after caries excavation using rose-bur or carisolv. *Caries Res* 2003; 37: 206–211
 27. Lennon Á, Buchalla W, Rassner B, Becker K, Attin T: Efficiency of 4 caries excavation methods compared. *Oper Dent* 2006; 31: 551–555
 28. Lennon AM, Attin T, Buchalla W: Quantity of remaining bacteria and cavity size after excavation with FACE, caries detector dye and conventional excavation in vitro. *Oper Dent* 2007; 32: 236–241
 29. Lennon AM, Attin T, Martens S, Buchalla W: Fluorescence-aided caries excavation (FACE), caries detector, and conventional caries excavation in primary teeth. *Pediatr Dent* 2009; 31: 316–319
 30. Listl S, Galloway J, Mossey PA, Marcenes W: Global economic impact of dental diseases. *J Dent Res* 2015
 31. Maltz M, Garcia R, Jardim JJ et al.: Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up. *J Dent Res* 2012; 91: 1026–1031
 32. Marcenes W, Kassebaum NJ, Bernabé E et al.: Global burden of oral conditions in 1990–2010: A systematic analysis. *J Dent Res* 2013; 92: 592–597
 33. Modena KC, Casas-Apayco LC, Atta MT et al.: Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials. *J Appl Oral Sci* 2009; 17: 544–554
 34. Ngo HC, Mount G, Mc Intyre J, Tuisuva J, Von Doussa RJ: Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: An in vivo study. *J Dent* 2006; 34: 608–613
 35. Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T: The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res* 1983; 62: 7–10
 36. Paddick JS, Brailsford SR, Kidd EA, Beighton D: Phenotypic and genotypic selection of microbiota surviving under dental restorations. *Appl Environ Microbiol* 2005; 71: 2467–2472
 37. Paris S, Meyer-Lueckel H, Kielbassa AM: Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res* 2007; 86: 662–666
 38. Qvist V: Longevity of restorations: the ‘death spiral’. In: Fejerskov O, Kidd EAM (Hrsg.): *Dental caries: The disease and its clinical management*. Blackwell Munksgaard, Oxford 2008, 444–455
 39. Ricketts D, Lamont T, Innes NP, Kidd E, Clarkson JE: Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 28: CD003808
 40. Schwendicke F, Frencken JE, Bjorndal L et al.: *Managing carious lesions: Consensus recommendations on carious tissue removal*. *Adv Dent Res* 2016; 28: 58–67
 41. Schwendicke F, Meyer-Lückel H, Dörfer C, Paris S: Failure of incompletely excavated teeth – a systematic review. *J Dent* 2013; 41: 569–580
 42. Schwendicke F, Paris S, Tu Y: Effects of using different criteria and methods for caries removal: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *J Dent* 2014; 43: 1–15
 43. Schwendicke F, Stolpe M, Meyer-Lueckel H, Paris S, Dörfer CE: Cost-effectiveness of one- and two-step incomplete and complete excavations. *J Dent Res* 2013; 90: 880–887
 44. Schwendicke F, Tu YK, Hsu LY, Gostemeyer G: Antibacterial effects of cavity lining: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *J Dent* 2015
 45. Whitworth JM, Myers PM, Smith J, Walls AW, McCabe JF: Endodontic complications after plastic restorations in general practice. *Int Endod J* 2005; 38: 409–416
 46. Yoshiyama M, Tay FR, Torii Y et al.: Resin adhesion to carious dentin. *Am J Dent* 2003; 16: 47–52