

Falk Schwendicke, Sebastian Paris, Reinhard Hickel, Rainer A. Jordan, Christian Splieth

# Wann und mit welchen Interventionen sollte man in den Kariesprozess eingreifen? Ein Experten-Konsensus\*

## Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten?

Die Läsionsaktivität, Oberflächenkavitation und Reinigungsfähigkeit einer kariösen Läsion bestimmen, wann und wie interveniert werden sollte. Invasive Behandlungen sollten zurückhaltend und unter Berücksichtigung dieser (und weiterer) Faktoren gewählt werden.

**Ziele:** Das Ziel der Studie war die Definition eines Experten-Konsensus, wann und mit welchen Interventionen in den Kariesprozess eingegriffen werden sollte, d.h., ob und wann bestehende kariöse Läsionen mit non-invasiven, mikro-invasiven oder invasiven/restaurativen Interventionen behandelt werden sollten.

**Methoden:** Nicht systematische Literatursynthese, Delphi-Konsensusprozess und Expertenpanel

**Ergebnisse:** Die Läsionsaktivität, Oberflächeneinbruch (Kavitation) und Reinigungsfähigkeit einer kariösen Läsion bestimmen, wann und wie interveniert werden sollte. Inaktive Läsionen bedürfen keiner Behandlung, nur in einigen Fällen werden Restaurationen zur Wiederherstellung von Form, Funktion und Ästhetik nötig; aktive Läsionen sollten behandelt werden. Nicht kavitierte Läsionen sollten non- oder mikro-invasiv behandelt werden, ebenso wie die meisten reinigungsfähigen kavitierten Läsionen. Kavitierte Läsionen, die nicht reinigungsfähig sind, erfordern in der Regel ein invasives/restauratives Vorgehen zur Wiederherstellung von Form, Funktion und Ästhetik. Unter bestimmten Umständen können sog. gemischte Interventionen (z.B. die Hall-Technik) indiziert sein. An Okklusalfächen können schmelzbegrenzte kavitierte Läsionen sowie nicht kavitierte Läsionen, die sich röntgenologisch deutlich in das Dentin hinein erstrecken (mittleres oder inneres Dentin-Drittel, D2/3), Ausnahmen von dieser Regel sein. An approximalen Flächen ist ein Oberflächeneinbruch visuell-taktil schwer zu beurteilen. Daher wird oft die röntgenologisch erkennbare Läsionstiefe verwendet, um die Wahrscheinlichkeit einer Kavitation zu bestimmen. Die meisten Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das mittlere oder innere Drittel des Dentins (D2/3) erstrecken, sind wahrscheinlich kavitiert, während Läsionen, die auf den Schmelz (E1/2) beschränkt sind, häufig keinen Oberflächeneinbruch aufweisen. Entsprechend sollten o.g. Therapiepfade gewählt werden. Bei Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das äußere Drittel des Dentins (D1) erstrecken, ist eine Kavitation unwahrscheinlich. Diese Läsionen sollten so behandelt werden, als wären sie nicht kavitiert, es sei denn, eine Kavitation kann eindeutig nachgewiesen werden. Eine Reihe zusätzlicher Faktoren sollte bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.

Abteilung für Orale Diagnostik, Digitale Zahnheilkunde und Versorgungsforschung, Charité – Universitätsmedizin Berlin: Prof. Dr. Falk Schwendicke

Abteilung für Zahnerhaltungskunde und Präventivzahnmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin: Prof. Dr. Sebastian Paris

Zahnerhaltung und Parodontologie, LMU München: Prof. Dr. Reinhard Hickel

Institut der Deutschen Zahnärzte, Köln: Prof. Dr. Rainer A. Jordan

Kinderzahnheilkunde und Präventive Zahnmedizin, Universitätsmedizin Greifswald: Prof. Dr. Christian Splieth

\*Modifizierte deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Schwendicke F, Splieth C, Breschi L et al.: When to intervene in the caries process? An expert Delphi consensus statement. *Clinical Oral Investigations*. DOI: 10.1007/s00784-019-03058-w

**Zitierweise:** Schwendicke F, Paris S, Hickel R, Jordan RA, Splieth C: Wann und mit welchen Interventionen sollte man in den Kariesprozess eingreifen? Ein Experten-Konsensus. *Dtsch Zahnärztl Z* 2021; 76: 161–168

**Peer-reviewed article:** eingereicht: 15.10.2019, revidierte Fassung akzeptiert: 23.03.2020

DOI.org/10.3238/dzz.2021.0006

**Schlussfolgerungen:** Eine umfassende Diagnostik ist die Grundlage für eine systematische Entscheidung darüber, ob, wann und mit welchen Interventionen in den Kariesprozess einzugreifen ist.

**Schlüsselwörter:** Entscheidungsfindung; Karies; Restaurationen; Schwellenwerte; Zahnerhaltung

## Einführung

Zahnärzten steht heute eine ständig wachsende Anzahl von Interventionen zur Beeinflussung des Kariesprozesses und der kariösen Läsion zur Verfügung. Der vorliegende Expertenkonsensus von ORCA- und EFCD-Mitgliedern aus dem Jahr 2018 legt Empfehlungen dar, ob, wann und mit welchen Interventionen in den Kariesprozess eingegriffen werden sollte. Grundlage dieses Konsensus war eine nicht systematische Literatursynthese, ein zweiphasiger Online-Delphi-Konsensusprozess und ein Expertenpanel-Treffen mit mehr als 20 internationalen Experten, u.a. Mitglieder der Europäischen Organisation für Kariesforschung (ORCA) und Delegierte der European Federation of Conservative Dentistry (EFCD) sowie internationale Experten aus der ganzen Welt. Eine detaillierte Beschreibung der Methoden findet sich in der englischsprachigen Originalpublikation, die diesem Artikel zugrunde liegt [41]. Im Jahr 2019 organisierten ORCA und EFCD einen weiteren, ergänzenden Konsensusprozess, der sich der Frage widmete, wie kariöse Läsionen behandelt werden sollen.

## Karies und kariöse Läsionen: Welches Verständnis liegt unseren Entscheidungen zugrunde?

Karies ist die häufigste Erkrankung der Menschheit [22]. Karies wurde zunächst als Infektionskrankheit verstanden, die ein vollständige Entfernung von Plaque (Biofilm) von den Zähnen oder betroffenen Hartgeweben erfordert, um eine „Heilung“ zu ermöglichen (spezifische Plaquehypothese). Dieses Konzept wurde intensiv diskutiert und kritisiert (un-

spezifische Plaquehypothese). Zahlreiche Studien deuten darauf hin, dass das bloße Vorhandensein von Biofilm nicht ausreichend für die Kariesentstehung ist, sondern dass eine überlappende Interaktion zwischen Wirt/Zähnen, Substrat und Mikrobiota vorliegen muss [23, 27]. Marsh [1994] etablierte die Idee der „ökologischen Plaquehypothese“, die davon ausgeht, dass die mikrobielle Zusammensetzung des Biofilms stabil und physiologisch (nicht kariogen) ist, bis eine ökologische Verschiebung, getriggert durch äußere Faktoren (Dybiose), eintritt [30, 31]. Auslöser dieser Verschiebung hin zu säurebildenden (azidogenen) und säuretoleranten (azidurischen) Mikroorganismen sind vor allem die Zufuhr freier Zucker, eine insuffiziente Mundhygiene sowie Speichelfaktoren [43]. Kariogene Bakterien metabolisieren Zucker zu organischen Säuren; die resultierende Absenkung des pH-Werts ist gerade in ausgereiften Biofilmen ausreichend, um an der Zahnoberfläche eine nachhaltige Demineralisation zu bewirken [9]. Bei Dentin- und Wurzelkaries folgt auf den Mineralverlust zudem eine Spaltung von Kollagen durch bakterielle oder Dentinenzyme, was zum Verlust der organischen Gewebekomponente führt [44, 46].

## Kariesmanagement

Traditionell und unter der Annahme, dass Karies eine rein infektiöse Krankheit sei, wurde vornehmlich invasiv/restaurativ (Entfernung und Ersatz aller demineralisierten und „kontaminierten“ Gewebe) behandelt. Dies war sowohl aus dem beschriebenen Verständnis von Karies heraus als auch vor dem Hintergrund der damals anzutreffenden Kariesepi-

demie und verfügbaren Materialien folgerichtig. Heutzutage besteht Einigkeit, dass der Kariesprozess aktiv kontrolliert werden kann und nicht nur durch ein operatives Eingreifen an bestehenden kariösen Läsionen bekämpft werden sollte [1] und dass kariöse Läsionen inaktiviert werden sollten [24]. Dies gilt umso mehr, als dass heute in vielen Industrieländern vor allem bei jüngeren Menschen nur noch wenig kavitierte, sondern vor allem frühe, nicht kavitierte Läsionen angetroffen werden [20, 21]. Der klassische, restaurative/invasive Ansatz zur Behandlung von Karies und kariösen Läsionen ist demnach nur ein „Puzzlestück“ im gesamten Kariesmanagement, beispielsweise zur Wiederherstellung von Form, Funktion, Ästhetik und Reinigungsfähigkeit ausgedehnter, kavittierter Läsionen. Eine zurückhaltende Anwendung dieses Ansatzes ist zudem angezeigt, weil statistisch gesehen jede Restauration irgendwann (unter Opferung weiterer Zahnhartsubstanz) erneuert werden muss („restaurative Todesspirale“) [5, 8, 11, 36, 39]. Das beschriebene Puzzle wird heute ergänzt durch „andere“ Strategien, die darauf abzielen, den Kariesprozess kausal positiv zu beeinflussen und die Aktivität von kariösen Läsionen zu kontrollieren. Insgesamt ergeben sich heute 3+1 Ebenen des Kariesmanagements; diese unterscheiden sich durch ihre Invasivität (Abb. 1):

1. Im Rahmen non-invasiver Strategien wird keinerlei Zahnhartgewebe entfernt. Hierzu gehören beispielsweise die Applikation von Fluoriden, Kalziumlieferanten (z.B. Kalzium, das durch Casein-Derivate stabilisiert ist, oder Kalzium-Natrium-Phosphosilikate) oder an-

## When and with which interventions should one intervene in the caries process? An expert consensus

**Objectives:** To define an expert Delphi consensus on when to intervene in the caries process and on existing carious lesions using non- or micro-invasive, invasive/restorative or mixed interventions.

**Methods:** non-systematic literature synthesis, expert Delphi consensus process and expert panel conference

**Results:** Carious lesion activity, cavitation and cleansability determine intervention thresholds. Inactive lesions do not require treatment (in some cases, restorations will be placed for reasons of form, function, aesthetics); active lesions do. Non-cavitated carious lesions should be managed non- or micro-invasively, as should most cavitated carious lesions which are cleansable. Cavitated lesions which are not cleansable usually require invasive/restorative management; to restore form, function and aesthetics. In specific circumstances, mixed interventions may be applicable. On occlusal surfaces, cavitated lesions confined to enamel and non-cavitated lesions radiographically extending deep into dentine (middle or inner dentine third, D2/3) may be exceptions to that rule. On proximal surfaces, cavitation is hard to assess visually or by using tactile methods. Hence, radiographic lesion depth is used to determine the likelihood of cavitation. Most lesions radiographically extending into the middle or inner third of the dentine (D2/3) can be assumed to be cavitated, while those restricted to the enamel (E1/2) are not cavitated. For lesions radiographically extending into the outer third of the dentine (D1), cavitation is unlikely, and these lesions should be managed as if they were non-cavitated unless otherwise indicated. Individual decisions should consider factors modifying these thresholds.

**Conclusions:** Comprehensive diagnostics are the basis for systematic decision-making on when to intervene in the caries process and on existing carious lesions.

**Keywords:** dental caries; consensus; decision-making; operative dentistry; restorations; thresholds

dere Remineralisierungstherapien [2] sowie Maßnahmen zur Biofilmkontrolle und zur Ernährungskontrolle.

2. Im Rahmen mikro-invasiver Strategien werden wenige Mikrometer von Zahnhartsubstanz, üblicherweise während der Oberflächenkonditionierung mittels Säuren, entfernt. Hierzu gehören Versiegelungs- oder Infiltrationstechniken, bei denen eine Diffusionsbarriere auf der Zahnoberfläche (Versiegelung) oder in der Schmelzläsion (Infiltration) aufgebracht wird, die verhindert,

dass Säuren in die Zahnhartgewebe und Mineralien aus den Zahnhartgeweben heraus diffundieren können. Die Versiegelung nicht kavittierter kariöser Läsionen auf approximalen, okklusalen oder Glattflächen wurde in einer Reihe von Studien untersucht [13, 24, 40]. Die Wirksamkeit der Kariesinfiltration durch niedrigvisköse Kunststoffharze wurde ebenfalls in einer Vielzahl von Studien belegt [24, 42].

3. Im Rahmen invasiver Strategien wird umfänglich Zahnhartgewebe entfernt, z.B. durch den Einsatz

von Handexkavatoren, rotierenden Instrumenten oder anderen Geräten. In den meisten Fällen ist dieser Prozess mit der anschließenden Platzierung einer Restauration verbunden. Dabei erlauben adhäsive Materialien minimalinvasive (konservative) Präparationen sowie eine wirksame Versiegelung der Kavität. Eine internationale Karies-Konsensgruppe präsentierte Empfehlungen zur Terminologie und zur Entfernung von kariösem Gewebe und zur restaurativen Behandlung von kavitierten kariösen Läsionen [18, 38].

Einige Interventionen fallen nicht eindeutig in diese Kategorien und werden daher als „gemischte“ („mixed“) Interventionen angesehen. Hierunter fallen die non-restaurative Kavitätenkontrolle und die Hall-Technik. Die non-restaurative Kavitätenkontrolle (Non-Restorative Cavity Control, NRCC) zielt darauf ab, die Reinigungsfähigkeit von kavitierten Läsionen durch das Entfernen überhängender (plaqueretentiver) Schmelz- oder Dentinareale wiederherzustellen [56] und die Läsion dann häuslich durch Reinigung und Fluoridapplikation zu arretieren. Derzeit wurde die Technik nur bei Milchzähnen oder Wurzeloberflächenläsionen angewendet. Unter optimalen Bedingungen scheint die NRCC eine praktikable Option zur Behandlung kavittierter Läsionen zu sein [14, 26, 33, 37], allerdings werden diese Bedingungen oft nicht angetroffen. Bei der Hall-Technik werden kavitierte kariöse Läsionen in Milchzähnen mit präformierten Stahlkronen ohne jegliche vorherige Zahnpräparation „versiegelt“. Die Hall-Technik kombiniert das biologische Management von kariösen Läsionen (durch Versiegelung von Bakterien und Entzug der Nahrung) und die restaurativen Vorteile von präformierten Stahlkronen [16, 17, 37].

### Faktoren, die die Entscheidungsfindung bei der Kariestherapie beeinflussen

Eine Reihe von Faktoren beeinflussen die Entscheidungsfindung bei der Kariestherapie.

## Aktivität

Der Begriff „Läsionsaktivität“ zeigt an, wie wahrscheinlich es ist, dass eine Läsion fortschreitet. Eine inaktive (arretierte) Läsion kann als Narbe betrachtet werden und erfordert keine Behandlung. In einigen Fällen kann auch für arretierte Läsionen eine Restauration notwendig sein, u.a. zur Wiederherstellung von Form, Funktion und/oder Ästhetik. Die Läsionsaktivität wird oft visuell bestimmt; eine Sondierung der Oberfläche sollte an Schmelzoberflächen nur vorsichtig vorgenommen werden. Für Wurzeloberflächen kann eine Sondierung sinnvoll sein, um die Textur zu bestimmen [35]. Folgende klinische Aspekte werden zur Abschätzung der Läsionsaktivität verwendet:

1. Das Vorhandensein von Biofilm kann auf Aktivität hinweisen.
2. Der Zustand der Gingiva (lokale Gingivitis in der Nähe der Läsion) kann darauf hindeuten, dass in den vergangenen Tagen Biofilm vorhanden war (und beispielsweise nur vor dem Zahnarztbesuch entfernt wurde).
3. Läsionseigenschaften, wie Textur, Härte und Aussehen. Eine glatte Oberfläche zeigt Inaktivität an, während raue Oberflächen Aktivität anzeigen können. Farblich kann eine weiße, kreidige Läsionsfarbe auf Aktivität hinweisen, glänzende oder dunkle Oberfläche jedoch auf Inaktivität [3, 4, 34, 35].

Insbesondere approximal stehen diese klinischen Kriterien nicht immer zur Verfügung. Hier können, falls möglich, wiederholte Röntgenaufnahmen eingesetzt werden (oder Fotos, fluoreszenzunterstützte Systeme o.ä.), um die Aktivität einzuschätzen.

## Oberflächeneinbruch (Kavitation)

Kavitierte Läsionen zeichnen sich durch einen Oberflächenbruch aus, der mit bloßem Auge oder einer abgerundeten Sonde deutlich detektierbar ist. Meistens beinhaltet dies auch eine Dentinexposition. Die Kavitation erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Läsionsprogression [12, 13], da der Biofilm vor der oralen Selbstreinigung, aber auch jeglichen Mundhygienemaßnahmen geschützt ist. Darüber hinaus fördert eine Kavitati-

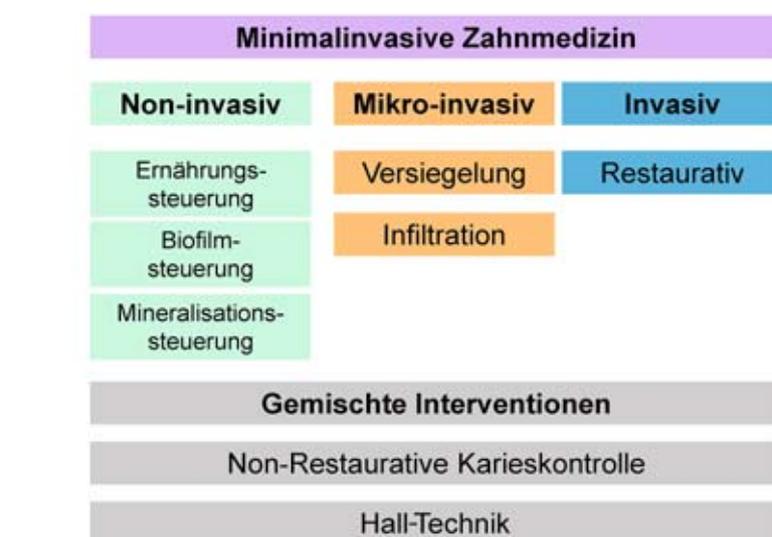


Abbildung 1 Überblick über die verschiedenen Interventionsebenen und -strategien

on eine schnellere Diffusion von Säuren und eine stärkere bakterielle Kontamination des Gewebes. Eine Untergruppe der kavitierten Läsionen sind die mikrokavitierten Läsionen; diese sind nur bedingt klinisch zu erkennen. Mikrokavitierte Läsionen können auch nur auf den Schmelz begrenzt sein.

Der Kavitationszustand auf Glattflächen (bukkal, lingual) kann taktil-visuell oft eindeutig beurteilt werden. Okklusal ist die Beurteilung hingegen komplizierter. Okklusale Läsionen, die sich röntgenologisch bis tief in das Dentin hinein erstrecken (mittleres oder inneres Dentindrittel, D2/3), sind in der Regel stark bakteriell kontaminiert und demineralisiert und müssen invasiver behandelt werden. In geschlossenen Zahnreihen ist die Erkennung von Kavitationen auf Approximalflächen mit visuell-taktilen Mitteln nahezu unmöglich. Kieferorthopädische Separierringe können genutzt werden, um die Zähne „auseinanderzudrücken“ und dadurch direkten Einblick auf die Approximalfläche zu erlangen. Üblicherweise wird zur Abschätzung der Kavitation jedoch eine Bissflügelaufnahmen eingesetzt. Diese erlaubt, die Wahrscheinlichkeit einer Kavitation zu bestimmen; tiefere Läsionen haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, kavitiert zu werden. Eine Reihe von Studien haben den Zusammenhang zwischen der rönt-

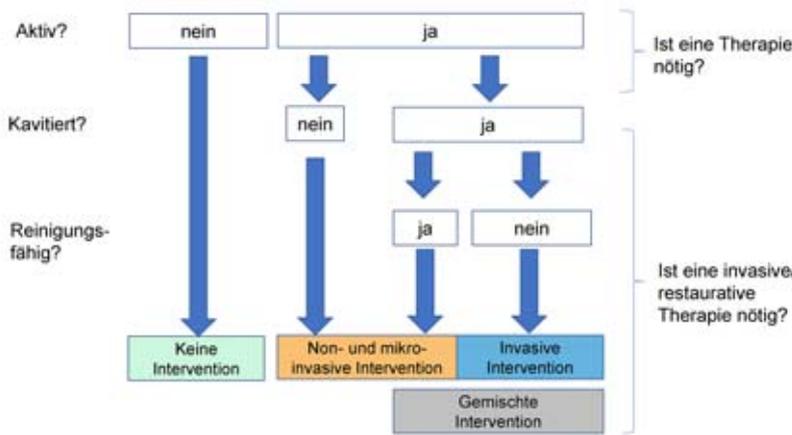
genologischen Läsionstiefe und dem Vorhandensein einer Kavitation untersucht [47]. Dabei sind röntgenologisch auf den Schmelz begrenzte Läsionen (äußere oder innere Schmelzhälfte, E1/E2) selten kavitiert, während solche im mittleren oder inneren Dentin-Drittel (D2/D3) meist kavitiert werden. Bei Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das äußere Dentin-Drittel (D1) erstrecken, herrscht jedoch Unsicherheit; diese können sowohl kavitiert als auch nicht kavitiert sein. Wir erläutern weiter unten, wie wir empfehlen, mit diesen Läsionen umzugehen. Weitere Methoden wie Nahinfrarotlichttransillumination oder fluoreszenzbasierte Systeme [45] können zur Bestätigung der röntgenologischen Läsionstiefenbewertung eingesetzt werden.

## Reinigungsfähigkeit

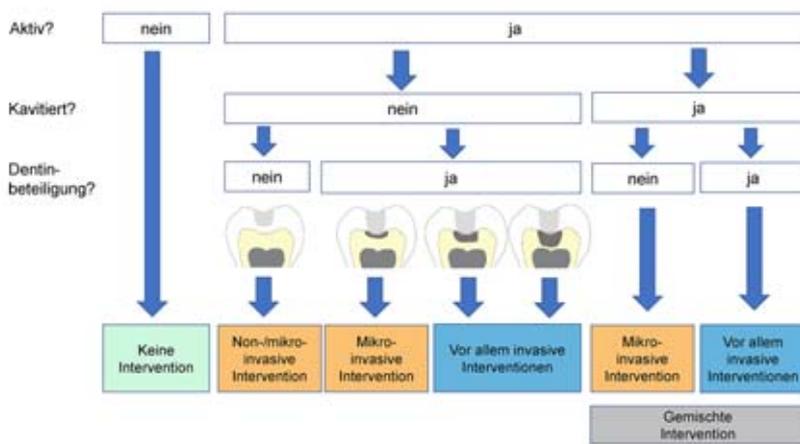
Wie dargelegt, sind eingebrochene Läsionen oftmals nicht mehr reinigungsfähig. In einigen Ausnahmen, z.B. bei Milchfrontzähnen mit offenen, glatten Oberflächenläsionen oder bei Wurzeloberflächenläsionen, kann eine Reinigungsfähigkeit gegeben sein und deshalb berücksichtigt werden.

Es gibt weitere Faktoren, die Berücksichtigung finden sollten:

- Kariesrisiko und Adhärenz. Der Begriff Kariesrisiko beschreibt das Risiko, dass ein Individuum in Zukunft



**Abbildung 2** Faktoren, die die Entscheidungsfindung zur Behandlung kariöser Läsionen beeinflussen. Aktivität, Kavitationsstatus und Reinigungsfähigkeit sind die Hauptfaktoren, die berücksichtigt werden sollten. In spezifischen Szenarien (Abbildungen 3 und 4) sind weitere Aspekte zu beachten.



**Abbildung 3** Faktoren, die die Entscheidungsfindung zur Behandlung kariöser Läsionen beeinflussen. Aktivität, Kavitationsstatus und Reinigungsfähigkeit sind die Hauptfaktoren, die berücksichtigt werden sollten. Darüber hinaus sollte eine radiologische Dentinbeteiligung in Betracht gezogen werden.

neue kariöse Läsionen entwickelt. Es gibt eine Reihe von Aspekten, die zur Beurteilung des Kariesrisikos herangezogen werden können, wie die bisherige Karieserfahrung, die Ernährung, die Mundhygiene, der Speichelfluss oder die Fluoridzufuhr [7]. Viele weitere Faktoren, die für die Kariesrisikobewertung teils vorgeschlagen werden (z.B. Speichelpufferkapazität, Bakterienzahl oder -konzentration im Speichel), sind nur begrenzt nützlich [32]. Bei Wurzelkaries scheint die Anzahl der freiliegenden Oberflächen (exponierte Wurzeln) ein guter Risiko-

parameter zu sein [28]. Insgesamt sind die etablierten Systeme zur Beurteilung des Kariesrisikos nur bedingt valide, helfen jedoch, Risikofaktoren zu identifizieren und modifizieren [6, 10, 15].

- Kinder und ältere Senioren (oder Menschen mit besonderen Bedürfnissen) bedürfen oft einer modifizierten Therapieentscheidung. Zur Behandlung in Sedierung oder Vollnarkose können teilweise invasive Therapiemaßnahmen gerechtfertigt sein [19, 25].
- Die Struktur der Milchzähne unterscheidet sich von der der bleibenden

den Zähne. Der Schmelz ist dünner und weniger mineralisiert. Die Pulpaöhle ist proportional größer und die Form der Zähne unterschiedlich. Ihr flächiger Approximalkontakt macht insbesondere untere Milchmolaren anfällig für Approximalkaries. Insgesamt zeigen konventionelle restaurative Ansätze im Milchgebiss ein höheres Komplikationsrisiko als im bleibenden Gebiss [16, 29]. Entscheidend ist zudem, dass Milchzähne exfolieren; mitunter kann daher sogar die Entfernung von Milchmolaren und (falls erforderlich) das Platzieren eines Platzhalters sinnvoll sein, um Schmerzen oder Infektionen zu vermeiden. Bei bleibenden Zähnen hingegen ist das übergeordnete Therapieziel der langfristige Zahnerhalt in einem funktionellen, schmerzfreien und ästhetisch ansprechenden Zustand.

### Wann sollte man welche Intervention bei Karies wählen? Ein Expertenkonsensus

Im Folgenden wird eine Reihe von Empfehlungen aus dem beschriebenen Expertenconsensus dargelegt. Die schlussendliche Therapiewahl sollte individuell für jeden einzelnen Patienten sowie unter Berücksichtigung der individuellen Expertise des Behandlers getroffen werden. Die Empfehlungen beruhen aufgrund der begrenzten Evidenzbasis vor allem auf Expertenmeinungen und sollten bei Bedarf modifiziert werden.

1. Für jede identifizierte Läsion sollte die Läsionsaktivität bewertet werden. Eine inaktive (arretierte) Läsion ist wie eine Narbe und erfordert keine Behandlung (sollte aber überwacht werden). Aus Gründen von Form, Funktion oder Ästhetik können teilweise auch für inaktive Läsionen Restaurationen indiziert sein. Eine aktive Läsion sollte therapiert werden (Abb. 2).
2. Der Einbruch der Oberfläche (Kavitation) erhöht die Läsionsaktivität und -progression, da der Biofilm vor der oralen Selbstreinigung und Mundhygiene geschützt ist. Der Oberflächenzustand/Kavitation kann auf zugänglichen (Glatt-)Flächen valide beurteilt werden.

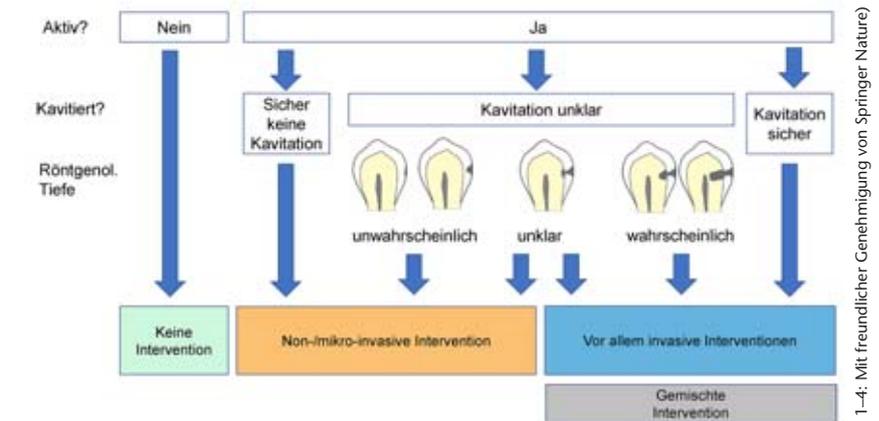
## 3. Im Allgemeinen:

- a. Bedürfen inaktive, nicht kavitierte oder kavitierte Läsionen keiner Behandlung.
- b. Sollten aktive, nicht kavitierte kariöse Läsionen non- oder mikro-invasiv behandelt werden (Abb. 2).
- c. Können kavitierte kariöse Läsionen, die reinigungsfähig und aktiv sind, non- oder mikro-invasiv behandelt werden (hier von kann aus Gründen von Form, Funktion oder Ästhetik abgewichen werden) (Abb. 2).
- d. Sollten aktive, kavitierte kariöse Läsionen, die nicht reinigungsfähig sind, mit invasiven/restaurativen Strategien behandelt werden. Unter bestimmten Umständen können gemischte Interventionen indiziert sein (Abb. 2).

## 4. Bei Okklusalfächen ergeben sich zwei spezifische Szenarien (Abb. 3):

- a. Mikrokavitierte Läsionen, die sich nur bis in den Schmelz erstrecken, können durch mikro-invasive oder gemischte Interventionen behandelt werden.
- b. Mikrokavitierte Läsionen, die sich tief in das Dentin hinein erstrecken (mittleres oder inneres Dentin-Drittel, D2/3), sollten in den meisten Fällen invasiv/restaurativ behandelt werden.

5. Auf den approximalen Flächen ist eine Kavitation in der Regel schwer zu detektieren. In der Regel sollten Bissflügelröntgenaufnahmen angefertigt werden, um die Läsionstiefe zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit einer Kavitation heranzuziehen (Abb. 4). Läsionen, die sich röntgenologisch in das mittlere oder innere Drittel des Dentins (D2/3) erstrecken, sind in der Regel kavitiert, während solche, die sich auf den Schmelz (E1/2) beschränken, in der Regel nicht kavitiert sind. Diese Läsionen sollten entsprechend behandelt werden. Für Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das äußere Drittel des Dentins (D1) erstrecken, besteht ein Entscheidungsproblem. Wenn möglich, sollten diese Läsionen so behandelt werden, als wären sie nicht kavitiert (also non- oder mikro-invasiv).



(Abb. 1–4: Mit freundlicher Genehmigung von Springer Nature)

**Abbildung 4** Faktoren, die die Entscheidungsfindung zur Behandlung kariöser Läsionen beeinflussen. Aktivität, Kavitationsstatus und Reinigungsfähigkeit sind die Hauptfaktoren, die berücksichtigt werden sollten. Der Kavitationsstatus ist jedoch klinisch oft schwer zu beurteilen. Daher wird die röntgenologische Läsionstiefe in der Regel eingesetzt, um die Wahrscheinlichkeit einer Kavitation abzuschätzen. Bei Läsionen, die auf den Schmelz beschränkt sind (E1, 2), ist eine Kavitation unwahrscheinlich. Bei Läsionen, die sich bis in das mittlere oder innere Drittel des Dentins erstrecken (D2, 3), ist eine Kavitation wahrscheinlich. Läsionen, die sich bis in das äußere Drittel des Dentins (D1) erstrecken, sollten non-invasive oder mikro-invasive behandelt werden, außer wenn eine Kavitation nachgewiesen werden kann.

6. Das Kariesrisiko jedes Patienten sollte bewertet werden. Risikofaktoren sollten identifiziert und, wenn möglich, modifiziert werden. Das Kariesrisiko sollte bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.
7. Für Behandlungen in Sedierung oder Vollnarkose (z.B. Kinder, behinderte Patienten) können invasivere Vorgehensweisen gerechtfertigt sein.
8. Bei bleibenden Zähnen ist das übergeordnete therapeutische Ziel, die Zähne in einem funktionellen, schmerzfreien und ästhetisch ansprechenden Zustand zu erhalten. Bei Milchzähnen ist die Vermeidung von Schmerzen oder Infektionen sowie die Absicherung eines regelgerechten Durchbruchs der bleibenden Zähne wichtiger. Dies sollte ebenfalls berücksichtigt werden.

### Schlussfolgerungen

Eine umfassende Diagnostik ist die Grundlage für eine systematische Therapieentscheidung. Die Läsionsaktivität, Oberflächenkavitation und Reinigungsfähigkeit einer kariösen Läsion bestimmen, wann und wie interveniert werden sollte. Inaktive Läsionen

bedürfen keiner Behandlung (in einigen Fällen werden Restaurationen zur Wiederherstellung von Form, Funktion und Ästhetik eingesetzt); aktive Läsionen hingegen sollten therapiert werden. Nicht kavitierte Läsionen sollten non- oder mikro-invasiv behandelt werden, ebenso wie die meisten kavitierten kariösen Läsionen, die reinigungsfähig sind. Kavitierte Läsionen, die nicht reinigungsfähig sind, erfordern in der Regel ein invasives/restauratives Vorgehen zur Wiederherstellung von Form, Funktion und Ästhetik. Unter bestimmten Umständen können sog. gemischte Interventionen indiziert sein. Auf Okklusalfächen können kavitierte Läsionen, die auf den Schmelz beschränkt sind, sowie nicht kavitierte Läsionen, die sich röntgenologisch deutlich in das Dentin hinein erstrecken (mittleres oder inneres Dentin-Drittel, D2/3), Ausnahmen von dieser Regel sein. Auf den approximalen Oberflächen ist eine Kavitation visuell-taktil nur schwer zu beurteilen. Daher wird die röntgenologische Läsionstiefe verwendet, um die Wahrscheinlichkeit einer Kavitation zu bestimmen. Die meisten Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das mittlere oder innere Drittel

des Dentins (D2/3) erstrecken, sind wahrscheinlich kavitiert, während Läsionen, die auf den Schmelz (E1/2) beschränkt sind, nicht kavitiert sind; beide sollten entsprechend therapiert werden. Bei Läsionen, die sich röntgenologisch bis in das äußere Drittel des Dentins (D1) erstrecken, ist eine Kavitation unwahrscheinlich. Diese Läsionen sollten so behandelt werden, als wären sie nicht kavitiert, außer eine Kavitation kann eindeutig nachgewiesen werden. Eine Reihe zusätzlicher Faktoren sollten bei der dargelegten Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.

### Danksagung

Wir danken DMG, Hamburg, für die finanzielle Unterstützung der Konsensuskonferenz und des Konsensusprozesses. DMG hatte keinerlei Einfluss auf den Konsensusprozess und das präsentierte Ergebnis.

### Interessenkonflikte

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

### Literatur

- Albino J, Tiwari T: Preventing childhood caries: A review of recent behavioral research. *J Dent Res* 2016; 95: 35–42
- Alkilzy M, Santamaria RM, Schmoedel J, Splieth CH: Treatment of carious lesions using self-assembling peptides. *Adv Dent Res* 2018; 29: 42–47
- Braga M, Mendes F, Martignon S, Ricketts D, Ekstrand K: In vitro comparison of Nyvad's system and ICDAS-II with lesion activity assessment for evaluation of severity and activity of occlusal caries lesions in primary teeth. *Caries Res* 2009; 43: 405–412
- Braga MM, Martignon S, Ekstrand KR, Ricketts DN, Imparato JC, Mendes FM: Parameters associated with active caries lesions assessed by two different visual scoring systems on occlusal surfaces of primary molars – a multilevel approach. *Community Dent Oral Epidemiol* 2010; 38: 549–558
- Brantley C, Bader J, Shugars D, Nesbit S: Does the cycle of reresoration lead to larger restorations? *J Am Dent Assoc* 1995; 126: 1407–1413
- Bratthall D, Hansel Petersson G: Cariogram – multifactorial risk assessment model for a multifactorial disease. *Community Dent Oral Epidemiol* 2005; 33: 256–264
- Broadbent JM, Foster Page LA, Thomson WM, Poulton R: Permanent dentition caries through the first half of life. *Br Dent J* 2013; 215: E12
- Burke FJ, Lucarotti PS, Holder RL: Outcome of direct restorations placed within the general dental services in England and Wales (Part 2): variation by patients' characteristics. *J Dent* 2005; 33: 817–826
- Dawes C: What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid? *J Can Dent Assoc* 2003; 69: 722–724
- Domejean S, White JM, Featherstone JD: Validation of the CDA CAMBRA caries risk assessment – a six-year retrospective study. *J Calif Dent Assoc* 2011; 39: 709–715
- Elderton RJ: Clinical studies concerning re-restoration of teeth. *Adv Dent Res* 1990; 4: 4–9
- Ferreira Zandona A, Santiago E, Eckert GJ et al.: The natural history of dental caries lesions: a 4-year observational study. *J Dent Res* 2012; 91: 841–846
- Griffin SO, Oong E, Kohn W et al.: The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res* 2008; 87: 169–174
- Hansen NV, Nyvad B: Non-operative control of cavitated approximal caries lesions in primary molars: a prospective evaluation of cases. *J Oral Rehabil* 2017; 44: 537–544
- Hayes M, Da Mata C, McKenna G, Burke FM, Allen PF: Evaluation of the Cariogram for root caries prediction. *J Dent* 2017; 62: 25–30
- Hickel R, Kaaden C, Paschos E, Buerkle V, García-Godoy F, Manhart J: Longevity of occlusally-stressed restorations in posterior primary teeth. *Am J Dent* 2005; 18: 198–211
- Innes NP, Evans DJ, Stirrups DR: Sealing caries in primary molars: randomized control trial, 5-year results. *J Dent Res* 2011; 90: 1405–1410
- Innes NP, Frencken JE, Bjorndal L et al.: Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology. *Adv Dent Res* 2016; 28: 49–57
- Innes NP, Manton DJ: Minimum intervention children's dentistry – the starting point for a lifetime of oral health. *Br Dent J* 2017; 223: 205–213
- Ismail A: Diagnostic levels in dental public health planning. *Caries Res* 2004; 38: 199–203
- Kassebaum NJ, Bernabe E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJ, Marcenes W: Global burden of untreated caries: a systematic review and metaregression. *J Dent Res* 2015; 94: 650–658
- Kassebaum NJ, Smith AGC, Bernabé E et al.: Global, regional, and national prevalence, incidence, and disability-adjusted life years for oral conditions for 195 countries, 1990–2015: a systematic analysis for the global burden of diseases, injuries, and risk factors. *J Dent Res* 2017; 96: 380–387
- Keyes PH: The infectious and transmissible nature of experimental dental caries. Findings and implications. *Arch Oral Biol* 1960; 1: 304–320
- Krois J, Gostemeyer G, Reda S, Schwendicke F: Sealing or infiltrating proximal carious lesions. *J Dent* 2018; 74: 15–22
- Leal SC: Minimal intervention dentistry in the management of the paediatric patient. *Br Dent J* 2014; 216: 623–627
- Lo EC, Schwarz E, Wong MC: Arresting dentine caries in Chinese preschool children. *Int J Paediatr Dent* 1998; 8: 253–260
- Loesche WJ: Chemotherapy of dental plaque infections. *Oral Sci Rev* 1976; 9: 65–107
- Lopez R, Smith PC, Gostemeyer G, Schwendicke F: Ageing, dental caries and periodontal diseases. *J Clin Periodontol* 2017; 44 (Suppl 18): S145–S152
- Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R: Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004; 29: 481–508
- Marsh PD: Dental plaque as a biofilm and a microbial community – implications for health and disease. *BMC Oral Health* 2006; 6: S14
- Marsh PD: In sickness and in health – what does the oral microbiome mean to us? An ecological perspective. *Adv Dent Res* 2018; 29: 60–65
- Mejare I, Axelsson S, Dahlen G et al.: Caries risk assessment. A systematic review. *Acta Odontol Scand* 2013; 72: 81–91
- Mijan M, de Amorim RG, Leal SC et al.: The 3.5-year survival rates of primary molars treated according to three treatment protocols: a controlled clinical trial. *Clin Oral Investig* 2014; 18: 1061–1069
- Nyvad B, Fejerskov O: Assessing the stage of caries lesion activity on the basis of clinical and microbiological examination. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997; 25: 69–75

35. Nyvad B, Machiulskiene V, Baelum V.: Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res* 1999; 33: 252–260

36. Raedel M, Hartmann A, Bohm S et al.: Four-year outcomes of restored posterior tooth surfaces—a massive data analysis. *Clin Oral Investig* 2017; 21: 2819–2825

37. Santamaria RM, Innes NPT, Machiulskiene V, Schmoedel J, Alkilzy M, Splieth CH: Alternative caries management options for primary molars: 2.5-year outcomes of a randomised clinical trial. *Caries Res* 2017; 51: 605–614

38. Schwendicke F, Frencken JE, Bjorndal L et al.: Managing carious lesions: consensus recommendations on carious tissue removal. *Adv Dent Res* 2016; 28: 58–67

39. Schwendicke F, Gostemeyer G, Blunck U, Paris S, Hsu LY, Tu YK: Directly placed restorative materials: review and network meta-analysis. *J Dent Res* 2016; 95: 613–622

40. Schwendicke F, Jager AM, Paris S, Hsu LY, Tu YK: Treating pit-and-fissure caries: a systematic review and network

meta-analysis. *J Dent Res* 2015; 94: 522–533

41. Schwendicke F, Splieth C, Breschi L et al.: When to intervene in the caries process? An expert Delphi consensus statement. *Clin Oral Investig* 2019; 23: 3691–3703

42. Slayton RL, Urquhart O, Araujo MWB et al.: Evidence-based clinical practice guideline on nonrestorative treatments for carious lesions: a report from the American Dental Association. *J Am Dent Assoc* 2018; 149: 837–849.e19

43. Takahashi N, Nyvad B: The role of bacteria in the caries process: ecological perspectives. *J Dent Res* 2011; 90: 294–303

44. Takahashi N, Nyvad B: Ecological hypothesis of dentin and root caries. *Caries Res* 2016; 50: 422–431

45. Tassery H, Levallois B, Terrer E et al.: Use of new minimum intervention dentistry technologies in caries management. *Aust Dent J* 2013; 58 (Suppl 1): 40–59

46. Valdebenito B, Tullume-Vergara PO, Gonzalez W, Kreth J, Giacaman RA: In silico analysis of the competition between *Streptococcus sanguinis* and *Streptococ-*

*cus mutans* in the dental biofilm. *Mol Oral Microbiol* 2018; 33: 168–180

47. Wenzel A: Radiographic display of carious lesions and cavitation in approximal surfaces: Advantages and drawbacks of conventional and advanced modalities. *Acta Odontol Scand* 2014; 72: 251–264



(Foto: F. Schwendicke)

**PROF. DR. FALK SCHWENDICKE,**  
**MDPH**  
Abteilung für Orale Diagnostik,  
Digitale Zahnheilkunde und  
Versorgungsforschung  
CharitéCentrum 3 für Zahn-, Mund-  
und Kieferheilkunde  
Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Aßmannshauer Str. 4–6  
14197 Berlin  
falk.schwendicke@charite.de

## Autorinnen und Autoren für wissenschaftliche Beiträge gesucht

- Beschäftigen Sie sich mit einem zahnärztlichen Thema besonders intensiv?
- Möchten Sie andere an Ihrem Wissen und Ihren Erfahrungen teilhaben lassen?
- Dann schreiben Sie eine Originalarbeit, einen Übersichtsartikel oder einen Fallbericht für die DZZ – gerne in deutscher Sprache.

Nähere Informationen zum Aufbau eines wissenschaftlichen Beitrages finden Sie unter:

<https://www.online-dzz.de/autorengutachter/>

Wir beraten Sie gern! Wenn Sie eine Idee für einen wissenschaftlichen Beitrag haben, melden Sie sich gerne bei der DZZ-Schriftleitung. Unsere Kontaktdaten finden Sie auf der neuen Webseite unter

<https://www.online-dzz.de/redaktion/>