

# Vor jeder Therapie steht die (frühe) Diagnose

## Aktuelles Verständnis von Karies und Optionen in der Kariesdiagnostik

Ein Beitrag von OA Dr. Julian Schmoeckel, OÄ Dr. Ruth M. Santamaría, Priv.-Doz. Dr. Mohammad Alkilzy und Prof. Dr. Christian H. Splieth, Greifswald

Eine frühzeitige Diagnostik des Kariesrisikos beziehungsweise von (Initial-)Karies und die Einschätzung des Aktivitätsgrades sind essenziell für eine langfristige Zahngesundheit und orale Lebensqualität. Mithilfe der aktuellen Klassifikation von Karies nach ICDAS (International Caries Detection and Assessment System) beziehungsweise ICCMS (International Caries Classification and Management System) können kariöse Läsionen sehr präzise beschrieben werden, was insbesondere für spätere Therapieempfehlungen enorm hilfreich ist. Dabei sollte der Aktivitätsgrad der Läsionen (+/-) miterfasst werden. Das Kariesrisiko sollte auf Patientenebene (Bildungsstand, Alter, Karieserfahrung) und auf Läsionsebene beurteilt werden. Neben offensichtlichen, flächig kariösen Defekten wie bei der frühkindlichen Karies tritt Karies im Milchgebiss auch verdeckter zwischen dem ersten und zweiten Milchmolaren approximal auf. Im permanenten Gebiss dominiert zuerst die Karies auf den Kauflächen der durchbrechenden ersten und zweiten Molaren. Im juvenil-permanenten Gebiss gewinnt die Approximalkariesdiagnostik (u.a. FOTI und Röntgen) wieder an Bedeutung. Bei einer Approximalkaries sollte zudem eine weitergehende Pulpadiagnostik, meist einschließlich einer röntgenologischen Untersuchung erfolgen.

Das primäre Ziel der Zahnheilkunde ist eine hohe Lebensqualität für die Patienten durch eine gute langfristige Mundgesundheit und durch ein positives Vertrauensverhältnis zum Zahnarzt. Dafür sind eine frühzeitige Diagnostik von Karies innerhalb eines effektiven Praxis-konzepts in der Individualprophylaxe und ein modernes Kariesmanagement sehr wichtig. Der vorliegende Beitrag betrachtet im Schwerpunkt die Kinderzahnheilkunde, wobei die beschriebenen aktuellen Konzepte im Bereich der Untersuchung von Karies und der kariesspezifischen Risikoeinschätzung, also insbesondere der Diagnostik nicht nur für „Kinderzähne“ gelten. Das Verständnis von der Erkrankung „Karies“ und dem Wissen zu verschiedenen Optionen in der Kariesdiagnostik bildet die Basis für die korrekte Diagnose und folglich auch für das „moderne“ Kariesmanagement.

## Aktuelle Definition von Karies

Karies wird heute als Prozess eines chronischen Ungleichgewichts zwischen demineralisierenden und remineralisierenden Faktoren begriffen, bei dem die kariöse Kavität eine Folge der Erkrankung darstellt [10,23]. Der pathogene Biofilm, also die reife circa 48 Stunden alte dentale Plaque, verstoffwechselt unter anderem Kohlenhydrate zu Säure, die die Demineralisation der unter der Plaque liegenden Zahnhartsubstanzen (zunächst Zahnschmelz, später Dentin) bewirken [14]. Das „Loch im Zahn“ – als Karies bezeichnet – ist also ein Symptom der Erkrankung, die ebenfalls im deutschen Sprachgebrauch als Karies bezeichnet wird. Der Begriff der „Kariesentfernung“ ist daher etwas irreführend, weil zwar kariös veränderte Zahnhartsubstanz entfernt werden kann, jedoch die Erkrankung „Karies“, also die Ursache des kariösen Prozesses, davon unberührt bleibt. Auch wenn diese Unterscheidung eher semantisch erscheint, sind die Folgen für Kariesprävention und -therapie revolutionär: Die Entfernung kariös veränderter Zahnhartsubstanz dient primär dazu, den Zahn für die spätere Versorgung durch beispielsweise eine Füllung



Abb. 1 Die Frühkindliche Karies (früher „Nuckelflaschenkaries“ genannt) ist durch ein Auftreten flächiger kariöser Läsionen, die meist zunächst die Oberkieferschneidezähne betreffen, gekennzeichnet. Hauptursachen von ECC sind eine mangelhafte Zahnpflege beim Kleinkind in Kombination mit einem hochfrequenten Konsum zuckerhaltiger Getränke zwischendurch und/oder nachts.

Abb. 2 Die Beurteilung der Mundhygiene vor allem auf Kariesrisikoflächen, wie hier bei den Kauflächen der durchbrechenden ersten permanenten Molaren, ist wichtig um frühzeitig präventiv beziehungsweise therapeutisch einzugreifen. Ein Querputzen bietet sich hier primär an. Zudem sollte hier unter anderem über die Applikation einer Fissurenversiegelungen nachgedacht werden, da der Patient neben dem flächenspezifischen Risiko bereits Karieserfahrung im Milchgebiss und somit ein erhöhtes Kariesrisiko auf Patientenebene aufweist.

vorzubereiten, damit diese langfristig hält, und stellt primär keine ursächliche Kariestherapie dar [10,23].

### Kariesepidemiologie in Deutschland

Laut der fünften deutschen Mundgesundheitsstudie haben 81,3 Prozent der zwölfjährigen Kinder in Deutschland sogenannte „kariesfreie Gebisse“. Die durchschnittliche Karieserfahrung beträgt in dieser Altersgruppe nur noch 0,5 DMFT [9]. Dies bedeutet zugleich, dass Karies hochgradig polarisiert auftritt und die anderen circa 20 Prozent dieser zwölfjährigen Kinder im Schnitt zwei bis drei Zähne mit Karieserfahrung aufweisen. Im Milchgebiss ist die Karieserfahrung insgesamt deutlich höher und schneller progredient: Bereits 10 bis 15 Prozent der Dreijährigen haben Karieserfahrung auf Defektniveau und sogar knapp die Hälfte aller Kinder in Deutschland erkrankt bis zur Einschulung an Milchzahnkaries [24]. Zudem ist ein Großteil dieser kariösen Milchzähne insbesondere bei den Kindergartenkindern gar nicht restaurativ versorgt [24].

Bei den Erwachsenen und Senioren in Deutschland hat sich die Zahngesundheit ebenfalls deutlich verbessert. So ist beispielsweise bei den 35- bis 44-Jährigen die Karieserfahrung in den letzten 20 Jahren um circa 30 Prozent auf im Schnitt nun 11,2 DMFT gesunken. Bei den 65- bis 74-Jährigen sank im selben Zeitraum die Karieserfahrung um etwa sechs Zähne auf nun 17,7 DMFT. Bei den jüngeren Erwach-

senen ist dabei insbesondere der Anteil der gefüllten Zähne zurückgegangen und bei den Senioren der Anteil der fehlenden beziehungsweise extrahierten Zähne.

Dennoch zeigen die Zahlen, dass Karies weiterhin eine epidemiologisch bedeutsame Erkrankung bleibt.

### Kariesrisikoeinschätzung

Das Kariesrisiko bei Kindern kann primär auf Patientenebene anhand der Kriterien der Deutschen Arbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege e. V. [4], die auf der bisherigen Karieserfahrung (dmft/DMFT) beruhen, erfolgen (Tab. 1). Dies ist abrechnungstechnisch relevant; dabei wird jedoch nicht berücksichtigt, dass bei einem Patienten die gegenwärtige Kariesaktivität auch je nach Zahn und Zahnfläche variieren kann. Somit sollten der Präventions- und Therapieplan individuell angepasst werden. Es ist bekannt, dass Kinder mit erhöhter Karieserfahrung im Milchgebiss, aber auch, wenn Sie aus bildungsferneren Familien stammen, ein deutlich erhöhtes Risiko für Kariesentwicklung im bleibendem Gebiss tragen [22]. Somit stellen Karieserfahrung und Sozialstatus wichtige Kariesrisikofaktoren dar. Beim Kleinkind spielt primär die frühkindliche Karies eine Rolle, die initial meist durch kariöse Läsionen an den Oberkieferfrontzähnen gekennzeichnet ist (Abb. 1). Zudem unterliegen im permanenten Gebiss die Kauflächen der durchbrechenden ersten und zweiten Molaren insbesondere in der circa 1,5 Jahre dau-

ernden Durchbruchphase einem erhöhten Kariesrisiko. Ein besonderes Augenmerk sollte auch auf die Beurteilung der Mundhygiene wie dem Vorhandensein kariogener Plaque auf Kariesrisikoflächen (Abb. 2) und Kariesaktivität während fest-

Altersgruppe	Hohes Kariesrisiko
Bis 3 Jahre	dmf(t) > 0, nicht kariesfrei
Bis 4 Jahre	dmf(t) > 2
Bis 5 Jahre	dmf(t) > 4
6 bis 7 Jahre	dmf/DMF(t/T) > 5 oder D(T) > 0
8 bis 9 Jahre	dmf/DMF(t/T) > 7 oder D(T) > 2
10 bis 12 Jahre	DMF(S) an Approximal-/Glattflächen > 0
Der mittlere dmft-Wert gibt den Anteil kariöser (d), fehlender (m) und gefüllter (f) Milchzähne (t), also die Karieserfahrung einer untersuchten Gruppe an. Für das bleibende Gebiss wird analog der DMFT erfasst. Initialkaries (vgl. ICDAS) wird mit dem dmft/DMFT-Index gar nicht erfasst.	

Tab. 1: Kariesrisikoeinschätzung anhand der Kriterien der Deutschen Arbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege e. V. [4]

Foto: Dr. Julian Schmoeschel



Abb. 3 Aktive kariöse (Initial)Läsionen an allen hier abgebildeten Zähnen bei einem Patienten in KFO-Therapie nach Entfernung der festsitzenden Multiband-Apparatur. Zudem ist eine deutliche Gingivitis sichtbar.

sitzender kieferorthopädischer Maßnahmen gelegt werden, um frühzeitig präventiv einzugreifen und klinische Bilder mit kariösen Läsionen an fast allen Zähnen möglichst zu vermeiden (Abb.3).

Bei Erwachsenen bietet sich zur Risikoeinschätzung neben dem Sozialstatus/ Bildungsstand ebenfalls die Karieserfahrung als Marker an. So lässt sich bei einem 35- bis 44-Jährigen mit >11,2 DMFT beziehungsweise bei einem 65- bis 74-Jährigen mit >17,7 DMFT von einem überdurchschnittlichen Kariesrisiko sprechen [9].

### Kariesdiagnostik

Aus der Kariesepidemiologie ist bekannt, dass Karies in den verschiedenen Altersgruppen verschiedene Befallsmuster aufweist und meist mit dem Bildungsstand korrelierend stark polarisiert auftritt

[9,24]. Diese Muster zu kennen und zu berücksichtigen, ist für eine fokussierte Diagnostik hilfreich (Tab.2).

Neben der gängigen visuell-taktilen Inspektion und der röntgenologischen Untersuchung sind zur Kariesdiagnostik noch weitere Optionen wie die faseroptische Transillumination (FOTI), die lasergestützte Kariesdiagnostik und andere Kariesdetektoren verfügbar, die im folgenden Abschnitt dargestellt werden.

### Klinische Untersuchung

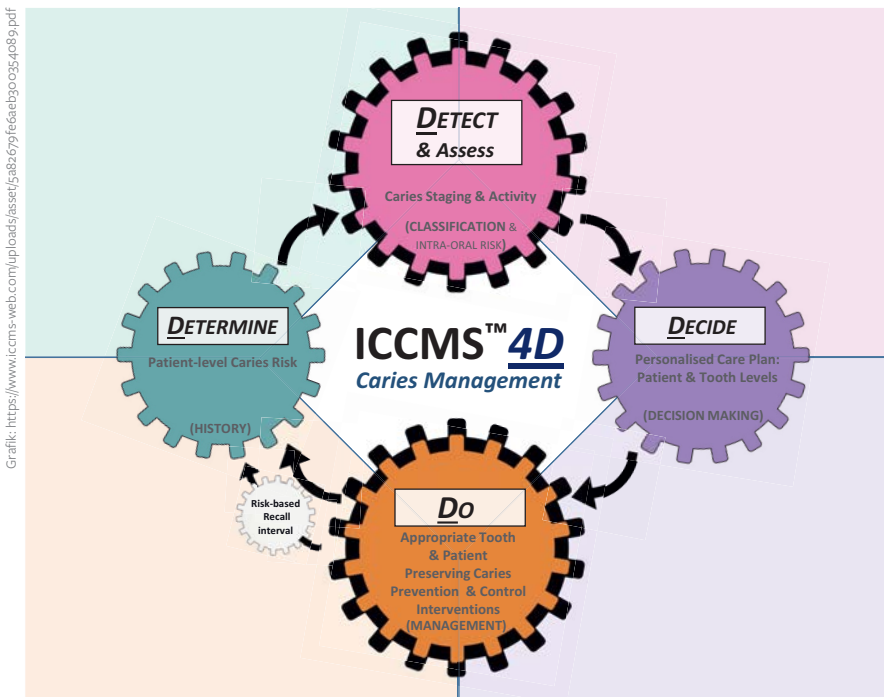
Erstaunlicherweise sind nicht nur in der Therapie von Karies Fortschritte zu verzeichnen, sondern auch in der Kariesklassifikation und -diagnostik. Dies sollte vergleichbar mit der neuen Klassifikation parodontaler Erkrankungen – einen elementaren Baustein für jeden praktisch tätigen Zahnarzt darstellen, denn eine regelmäßige, visuell-taktile Untersuchung des Mundes und der Zähne gehören zum Standardrepertoire eines jeden Zahnarztes (Bema-Nr.01 oder GOZ-Nr.0010). Aktive Initialkaries kann klinisch jedoch erst nach Entfernen der dentalen Plaque und Trocknung der Zähne unter Anwendung einer sehr guten Lichtquelle befundet werden. Wichtig ist, dass bei der Untersuchung von Initialläsionen keine Kraft mit einer spitzen Sonde aufgebracht wird, da so die intakte Oberfläche zerstört werden kann und damit die Chance auf eine defektfreie Remineralisation ge-

nommen wird. Eine neuere Klassifikation nach dem International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) bietet eine sehr genaue Diagnosestellung der verschiedenen kariösen Stadien von 0 (gesund) bis 6 (tief kariös; Tab.3). Nach dem klinischen Kariesbewertungssystem ICDAS wird vorhandene Karies qualitativ und nicht mehr nur nach dem wohl vielerorts üblichen „Ja-Nein-Prinzip“ diagnostiziert. Die Einteilung hilft auch dabei, das Fortschreiten der Läsionen und den kariösen Prozess insgesamt besser zu verstehen. Der Aktivitätsgrad der Läsion („+“ für aktiv; „-“ für inaktiv) kann dabei einfach ergänzt werden (siehe nächster Abschnitt).

Im Praxisalltag sollte es jedoch in der Regel reichen, bei der Befundung von kariösen Läsionen zwischen Initialläsionen, moderaten Läsionen und kavierten Defekten sowie zusätzlich deren Aktivitätsgrad zu unterscheiden, was eine recht präzise Therapieentscheidung ermöglicht [8,19,20]. Daher wurde mittlerweile durch ein großes internationales Expertenteam das „International Caries Classification and Management System“ (ICCMS) entwickelt. Es verwendet eine einfache Form des ICDAS-Kariesklassifikationsmodells. Dabei werden bei der Untersuchung jeweils zwei Stadien der Karies zusammengefasst: ICDAS Codes 1 und 2 (early stage decay), 3 und 4 (moderate decay), sowie 5 und 6 (established decay). Zudem wird neben dem Kariesrisiko auf Patientenebene die Läsionsakti-

Altersgruppe	Hauptlokalisierung von kariösen Läsionen	Klinisches Bild
Kleinkind (1–3 Jahre)	Glattflächen der OK-Frontzähne (ECC)	Abb. 1 und Abb. 6
Kindergartenkind (3+ Jahre)	Approximalfächen der Milchmolaren	Vgl. auch Abb. ICDAS 5 in Tab. 3 und Röntgenbild Abb. 8b
Grundschulkind (6–8 Jahre)	Okklusalfäche durchbrechender 1. Molar	Abb. 2
Kinder im Mittelstufenalter (11–14 Jahre)	Okklusalfäche durchbrechender 2. Molar	
Jugendliche und junge Erwachsene	Approximalfächen der permanenten Zähne und bei festsitzender KFO auf freien Glattflächen	Vgl. auch Abb. 3 und Abb. ICDAS 5 in Tab. 3, Röntgenbild Abb. 8a
Erwachsene	Approximalkaries und „Sekundärkaries“	Vgl. auch Abb. 7 und Abb. ICDAS 4 Tab. 3, Röntgenbild Abb. 8a
Senioren	Wurzelkaries und „Sekundärkaries“	

Tab. 2 Altersspezifische Hauptlokalisierung von kariösen Läsionen bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen



vität bewertet, um einen angemessenen, personalisierten, präventiv basierten, risikoadjustierten und zahnerhaltenden Kariesmanagementplan abzuleiten und anschließend auch durchzuführen [8]. Details dazu finden sich hauptsächlich auf Englisch, aber auch „E-Learning“-Module auf Deutsch sind auf der Internetseite [www.iccms-web.com](http://www.iccms-web.com) verfügbar (kostenfreier Login erforderlich). Zudem kann eine gute grafische Übersicht zu wesentlichen Aspekten des Kariesmanagementprozesses im Rahmen des ICCMS kostenfrei eingesehen werden (Abb. 4). So wie in diesem Schema dargestellt, kommt zuerst die Kariesrisikoeinschätzung (determine), danach die Kariesuntersuchung (detect and assess), um basierend auf der daraus folgenden Diagnose eine (minimalinvasive) Therapieempfehlung (decide) zu geben und diese dann durchzuführen (do).

Abb. 4: Übersicht zu wesentlichen Aspekten des Kariesmanagementprozesses („Determine“, „Detect“, „Decide“, „Do“) im Rahmen des „International Caries Classification and Management System“ (ICCMS)

ICDAS-Code	Kurzerklärung	Klinisches Erscheinungsbild
0	Gesund	
1	Erste klinische Veränderungen im Schmelz (aktive kariöse Läsion nach Plaqueentfernung nur bei Lufttrocknung sichtbar)	
2	Deutliche klinische Veränderungen im Schmelz (deutliche Initialkaries bereits ohne Lufttrocknung sichtbar)	
3	Kariöse Läsion mit lokalisierten Schmelzeinbrüchen (Mikrokavitationen)	
4	Untermnierender Dentinschatten (siehe Pfeil) (diese Läsionen sind meistens aktiv)	
5	Eindeutige Kavität mit klinisch erkennbarem bzw. sondierbarem Dentin	
6	Große Kavität mit klinisch erkennbarem Dentin, meist pulpennah, also caries profunda (a: +/aktiv, b: -/inaktiv)	

Fotos: Dr. Julian Schmoekel

Tab. 3 Neuere präzisere Klassifikation von kariösen Läsionen nach dem International Caries Detection and Assessment System (ICDAS)

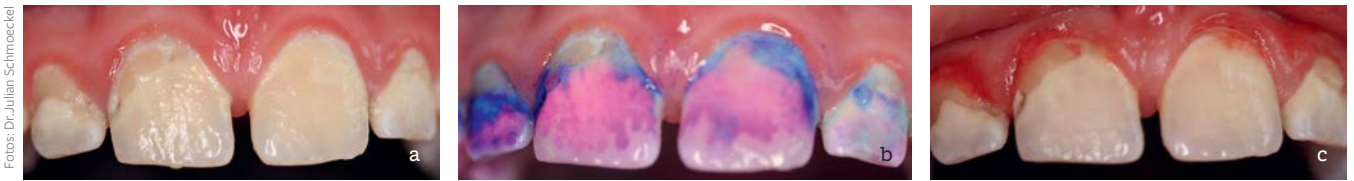


Abb. 5: Frontale Ansicht der Schneidezähne im Oberkiefer: Plaquebedeckung vor (a) und nach dem Anfärben (b) sowie nach der Reinigung (c). Die aktiven kariösen Läsionen sind erst auf gereinigten Zahnflächen zu diagnostizieren, und die Gingivitis wird durch die auftretende Blutung bei der Reinigung auch für den Patienten deutlicher.

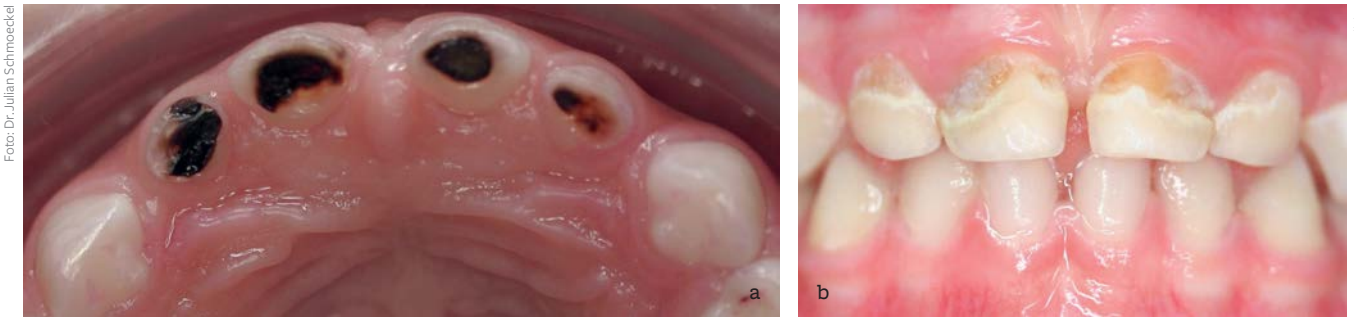


Abb. 6 Inaktive und aktive Dentinkaries in der Gegenüberstellung am Beispiel der ECC: Inaktive kariöse Dentinläsionen (a) in der Oberkiefer-Front: Die Läsionen sind sondenhart, eher glatt und dunkelbraun bis schwarz. Deutliche aktive kariöse Dentinläsionen an den oberen Schneidezähnen (b): Die Läsionen sind von Plaque bedeckt, das Dentin erweicht, die Farbe und Beschaffenheit ist eher hellbräunlich und die Schmelzbereiche um die Dentinläsion herum sind kreidig weiß.

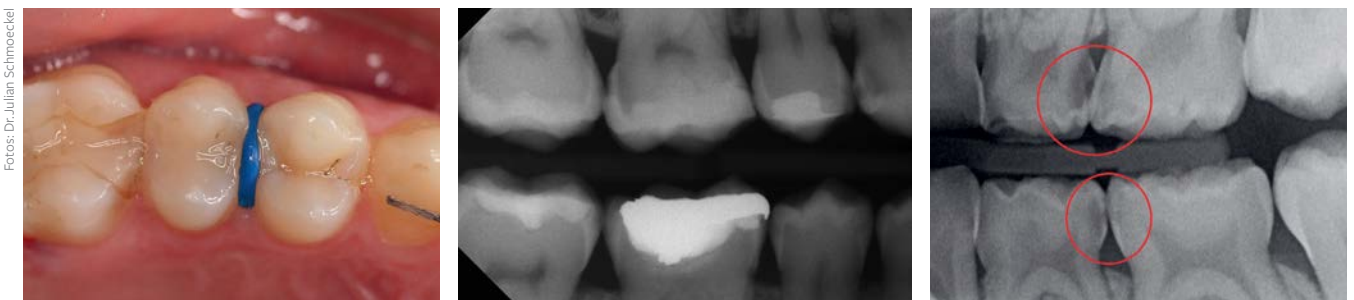


Abb. 7 Die Zahnseparation mit einem orthodontischen Separiergummi ermöglicht eine direkte klinische Untersuchung der Approximallflächen nach dessen Entfernung.

Abb. 8a Der Befund in der Bissflügelaufnahme eines jungen Erwachsenen mit multiplen (approximalen) Füllungen bestätigt den klinischen Verdacht auf Approximalkaries. Dies ist die röntgenologische Untersuchung zu den in Abb. 7 dargestellten Zähnen im ersten Quadranten. Im Gegensatz zum klinischen Bild (siehe Abb. 7) ist röntgenologisch eindeutig beispielsweise an Zahn 14 distal eine Dentinkaries zu befunden.

Abb. 8b Bissflügelaufnahme: Approximalkaries an Milchmolaren (rot umrandet) kann oftmals erst in einem Röntgenbild identifiziert werden. Auch das Risiko einer möglichen Beteiligung der Pulpa kann deutlich besser abgeschätzt werden.

## Kariesaktivität

Der Aktivitätsgrad (+/-; also aktiv/inaktiv) einer Initialläsion (**Tab. 4**) kann nur auf sauberen und getrockneten Zähnen ermittelt werden (**Abb. 5**). In jedem Stadium von der initialen Schmelzläsion bis zur tiefen Dentinkaries ist eine Inaktivierung möglich (**Abb. 6**) [20]. Dies geschieht durch die Störung des dentalen Biofilms (z.B. durch Zähneputzen) sowie durch Beeinflussung der De- und Remi-

neralisationsprozesse (z.B. mit Fluoriden). **Tabelle 5** gibt einen Überblick über gängige und neue diagnostische Methoden.

## Direkte klinische Untersuchung bei Approximalkaries

Klinisch stellt sich die Diagnostik im Approximalbereich insbesondere von Läsionen in den Stadien ICDAS<sub>1</sub> bis 4 als sehr schwierig dar. Durch die Zahnseparation

mit einem KFO-Separiergummi (**Abb. 7**) und nach dessen Entfernung etwa ein bis drei Tage später ist klinisch jedoch eine direkte visuell-taktile Untersuchung der Approximallfläche möglich. Nachteilig ist jedoch die Notwendigkeit eines zweiten Termins. Mitunter kann dies durch geübte Untersucher umgangen werden, denn nach etwa einer Stunde Wartezeit nach Applikation ist eine sehr kurze direkte Untersuchung direkt nach Entfernung des Gummis möglich.

Eigenschaften	aktive Glattflächenläsion	inaktive Glattflächenläsion
Farbe	Kreidig weiß	Weißlich, gelblich, bräunlich
Oberfläche nach Trocknung	Matt	Glänzend
Lage	Direkt am Gingivarand	Oft minimal (1–2 mm) über Gingiva
Belag	Meist mit Plaque	Oft ohne Plaque
Gingiva	Meist Gingivitis mit Blutungsneigung	Gesunde Gingiva ohne Blutungsneigung

Tab. 4 Unterscheidung von aktiver und inaktiver Initialkaries an Glattflächen

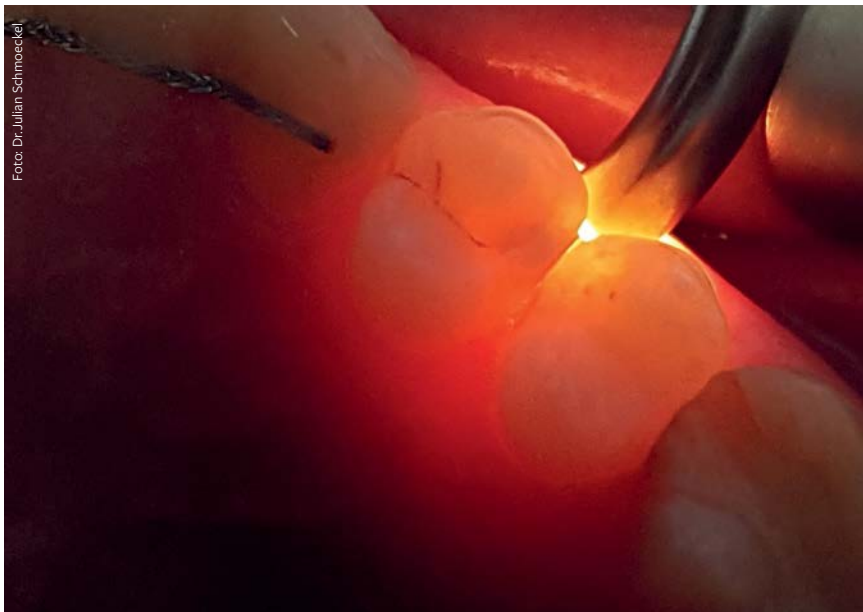


Abb. 9 Approximalkariesdiagnostik mit FOTI: Eine Opazität („Schatten“) ist distal an Zahn 24 zu erkennen.

## Röntgendiagnostik

Bei einem Verdacht auf oder bei bereits bestehender Approximalkaries ist stets eine röntgenologische Untersuchung in Betracht zu ziehen, da eine Approximalkaries selten isoliert auftritt (**Abb. 8a**). Besonders im Milchgebiss sollte aufgrund der vergleichsweise dünnen Schmelz-Dentin-Schicht die Nähe vom Defekt zur Pulpa abgeklärt werden (**Abb. 8b**). Für diesen Zweck bietet sich die Bissflügelaufnahme an [1], die approximal als Goldstandard in der Kariesdiagnostik gilt. Zudem ist hier die Tiefe der Läsion (Nähe zur Pulpa) gut abschätzbar.

Bei der Indikationsstellung für ein Röntgenbild ist immer die zwar geringe, aber dennoch vorhandene Strahlenbelastung zu berücksichtigen [15].

## Faseroptische Transillumination (FOTI)

Die Kaltlichtsonde bietet sich insbesondere für die erste Untersuchung „scheinbar gesunder“ Approximalfächen an [7], vor allem dann, wenn bereits an einem anderem Zahn eine proximale Läsion oder Füllung detektiert wurde. Mit faseroptischer Transillumination (Kaltlicht) ist eine Dentinläsion anhand einer Opazität zu erkennen, denn die Lichtbrechung der Karies ist aufgrund vergrößerter Poren in der kariösen Zahnhartsubstanz im Vergleich zur gesunden Zahnhartsubstanz verändert und erscheint daher als „Schatten“ (**Abb. 9**). FOTI hat jedoch eher eine geringe Sensitivität speziell bei Schmelzläsionen und stellt eine qualitative Diagnosemethode dar (es sind also keine quantitativen Ergebnisse ermittelbar).

Die großen Vorteile im Gegensatz zur Röntgendiagnostik liegen darin, dass keine Strahlenbelastung entsteht und die Geräte vergleichsweise günstig sind. Zudem ist die Anwendung einfach, so dass eine Untersuchung mit FOTI auch routinemäßig erfolgen kann beziehungsweise sollte.

Auch bei der Diagnostik in der dentalen Traumatologie kann eine Untersuchung mit FOTI hilfreich sein. So können beispielsweise Infrakturen, die ansonsten klinisch womöglich übersehen würden (**Abb. 10a**), als „Zufallsbefund“ (**Abb. 10b**) in Erscheinung treten.

## Neuere Kariesdiagnostiksysteme

Seit einigen Jahren sind weitere neue technikbasierte Kariesdiagnostiksysteme wie DIFOTI und QLF auf dem Markt erhältlich, mit der Zielstellung objektivierbare Ergebnisse in der Kariesdiagnose zu liefern. Die neuen Systeme bieten interessante/innovative Ansätze sind jedoch derzeit eher für wissenschaftliche Zwecke geeignet, da oft ein erhöhter Zeitbedarf zur Kariesdiagnose nötig ist und die Geräte vergleichsweise kostenintensiv sind.

## Intensitätsbasiertes Verfahren

Bei DIFOTI (Digital Imaging Fiber Optic Transillumination/Diagnocam) kann zum Beispiel zusätzlich zur FOTI der Befund durch eine eingebaute Digitalkamera aufgezeichnet werden. Bei der Anwendung einer Diagnocam (KaVo Dental GmbH, Biberach, **Abb. 11a**) werden die lichtoptischen Eigenschaften des Zahns genutzt (**Abb. 11b**). Dadurch können für den Approximalraum Befunde detektiert werden, die mit röntgenologischen Untersuchungen vergleichbar sein sollen, da dabei kariöse Läsionen bereits in frühen Stadien darstellbar sind. Vorteilhaft ist zudem, dass die Untersuchung als Bild gespeichert (**Abb. 11c**) werden kann, um die Entwicklung der Läsionen im Laufe der Zeit vergleichen zu können. Im Milchgebiss sollen die Ergebnisse jedoch nicht so valide sein wie für das bleibende Gebiss.

Methoden	Vorteile	Nachteile
Visuell-taktile Untersuchung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Routine</li> <li>- Kostengünstig</li> <li>- Einfach durchführbar</li> <li>- Kosten von der Krankenkasse getragen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frühe Approximalraumdiagnostik schwierig</li> <li>- Saubere Zahnflächen notwendig</li> </ul>
Applikation eines orthodontischen Separiergummis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kostengünstig</li> <li>- Einfach durchführbar (siehe Abb. 7)</li> <li>- Als Ergänzung zur konventionellen visuell-taktilen Untersuchung im Approximalbereich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I.d.R. ist ein zweiter Termin für die Diagnosestellung nötig</li> </ul>
Röntgen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Routine</li> <li>- Goldstandard vor allem bei Approximalkaries</li> <li>- Tiefe der kariösen Läsion, bzw. die Nähe zur Pulpa abschätzbar (siehe Abb. 8)</li> <li>- Kosten von der Krankenkasse getragen</li> <li>- Je nach Röntgenbild weitere wichtige Nebenfunde wie Zahnanlage, Aufhellungen, etc. möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strahlenbelastung</li> <li>- Fachkunde im Strahlenschutz notwendig</li> <li>- Aufwand für die Verwaltung (Konstanzprüfungen, Aktualisierungskurse, etc.)</li> </ul>
FOTI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfache Anwendung (für Routineuntersuchung nutzbar)</li> <li>- Relativ preiswertes Gerät</li> <li>- Keine Strahlenbelastung (siehe Abb. 9)</li> <li>- Nicht nur für die Kariesdiagnostik sondern auch zum Erkennen von Infrakturen hilfreich (siehe Abb. 10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geringe Sensitivität speziell bei Schmelzläsionen</li> <li>- Qualitative Diagnosemethode (keine quantitativen Ergebnisse ermittelbar)</li> </ul>
DIFOTI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie bei FOTI (s.o.)</li> <li>- Zusätzlich Bildspeicherung möglich (siehe Abb.11), so dass eine objektive Kontrolle im zeitlichen Verlauf möglich ist (Kariesprogression)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie bei FOTI (s.o.)</li> <li>- Kostenintensiveres Gerät</li> </ul>
Laserfluoreszenz mit z. B. DIAGNOdent	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Strahlenbelastung</li> <li>- Quantitative Diagnosemethode</li> <li>- Longitudinale Beobachtung einer kariösen Läsion (Kariesprogression)</li> <li>- Relativ einfache Anwendung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kostenintensives Gerät</li> <li>- Niedrige Validität im Vergleich zu visuell-taktilen Methoden</li> </ul>
Quantitative lichtinduzierte Fluoreszenz (QLF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objektive Methode zur Kariesdiagnostik</li> <li>- Longitudinale Beobachtung einer kariösen Läsion (Kariesprogression)</li> <li>- Keine Strahlenbelastung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhöhte Zeitbedarf zur Kariesdiagnose</li> <li>- Kostenintensives Gerät</li> <li>- Zur Zeit eher für wissenschaftliche Untersuchungen geeignet</li> </ul>
Biolumineszenz z.B. Calcivis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objektivere Darstellung der Aktivität der Läsion möglich</li> <li>- Longitudinale Beobachtung einer kariösen Läsion (Kariesprogression)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kostenintensives Gerät</li> </ul>

Tab.5 Vor- und Nachteile verschiedener gängiger und neuer Methoden der Kariesdiagnostik

**Fluoreszenzverfahren**

Die Kariesdiagnostik kann auch mit Geräten zur Messung der Fluoreszenz farbiger organischer Abbauprodukte von Bakterien, welche in kariösen Läsionen vorkommen [11], unterstützt werden. Das Gerät misst darüber hinaus auch Schwankungen der Fluoreszenz in Abhängigkeit der Läsionsaktivität, wobei höhere Fluoreszenzmesswerte auf aktive Läsionen und niedrigere Fluoreszenzmesswerte

auf inaktive Läsionen hinweisen [2]. Die Messung sollte stets nach gründlicher Plaqueentfernung erfolgen [17].

Neben der Laserfluoreszenz kann auch die quantitative lichtinduzierte Fluoreszenz (QLF – Inspektor Research Systems BV/Amsterdam, Niederlande) eingesetzt werden, die in einem Bild Informationen über die Läsionsfläche und -tiefe sowie die Bakterienaktivität liefern. Bei Beleuchtung des Zahns mit blauem Licht

fluoresziert die gesunde Zahnoberfläche gelb-grün, Demineralisationen erscheinen grau und die Bakterienaktivität rot [16].

**Biolumineszenzverfahren**

Ein weiteres neuartiges Produkt mit dem Namen Calcivis (Caries Activity and Demineralisation Imaging System) nutzt ein spezifisches Fotoprotein, das blaues Licht proportional zum freien Kalzium abgibt, welches dann über die integrierte



Abb. 10 Das Ausmaß der Schmelzinzfraktur an Zahn 11 (a) wird erst durch die klinische Untersuchung der Oberkieferfrontzähne mithilfe einer Kaltlichtsonde deutlich (b).

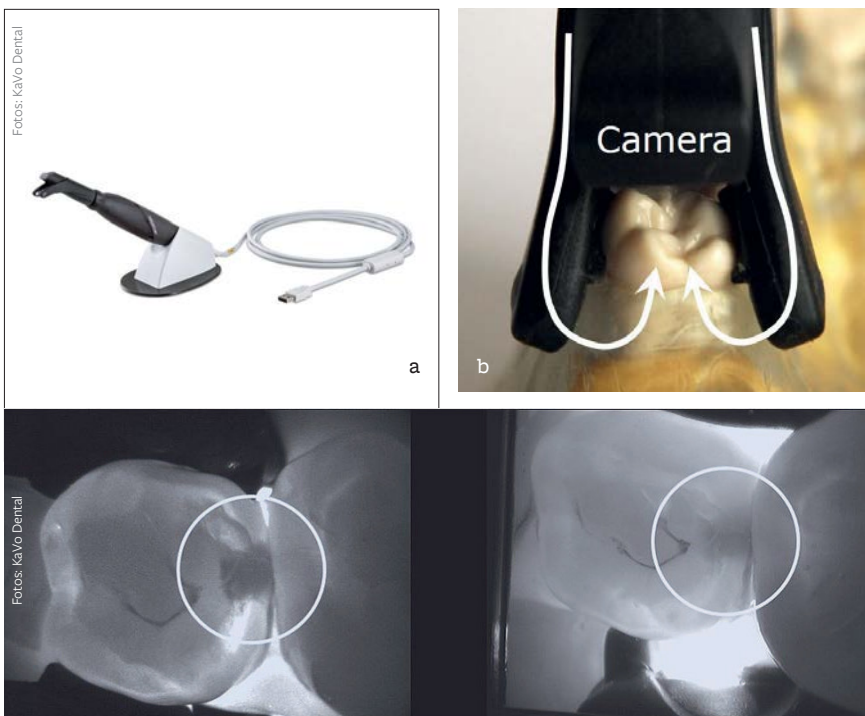


Abb. 11  
 (a) DIAGNOcam (KaVo Dental GmbH, Biberach)  
 (b) Mit der DIAGNOcam werden die lichteoptischen Eigenschaften des Zahns genutzt.  
 (c) Approximalkaries kann mit der DIAGNOcam in frühen Stadien dargestellt und die Untersuchung als Bild gespeichert werden um z.B. die Entwicklung der Läsionen im Laufe der Zeit vergleichen zu können. Hier ist die gleiche kariöse Läsion bei verschiedenen Wellenlängen (780 vs. 670 nm) in einer vergleichenden Untersuchung dargestellt.

- Der kariöse Prozess kann in jedem Stadium, egal ob bei einer initialen Läsion (ICDAS<sub>1</sub> oder 2) oder bereits manifester, sonderbarer Dentinkaries (ICDAS<sub>5</sub> und 6), inaktiviert werden.
- Die Durchführung der „4Ds“ („Determine“, „Detect“, „Decide“, „Do“) sind ein guter Leitfaden, wobei für den Praktiker eine Einteilung von kariösen Läsionen nach dem ICCMS in drei Grade: early stage decay (ICDAS<sub>1</sub> und 2), moderate decay (ICDAS<sub>3</sub> und 4) sowie established decay (ICDAS<sub>5</sub> und 6) ausreicht, sofern sie um den Aktivitätsgrad (+/-) der Läsionen ergänzt wird.
- Die Kenntnis über die alterstypischen Lokalisationen spielt für die Kariesdiagnostik eine wichtige Rolle, sodass bei (Verdacht auf) Approximalkaries neben einer routinemäßigen Untersuchung mit (DI)FOTI meist eine röntgenologische Untersuchung sehr hilfreich ist, aber auch eine direkte klinische Untersuchung nach Zahnseparation mittels orthodontischer Gummis in Betracht gezogen werden sollte.

Kamera für den Untersucher visualisiert wird [3], das heißt, eine integrierte Kamera visualisiert die Menge an freien Kalziumionen auf der Läsion, welche bei aktiven kariösen Läsionen vorliegen, als Lichtsignal und „beurteilt“ somit die Aktivität der Kariesläsion [13]. Die Übereinstimmung mit der klinischen Einschätzung sei jedoch auch hier bei bleibenden Zähnen besser als bei Milchzähnen [12]. Nähere Informationen zur Funktionsweise dieses Produkts in der Kariesdiagnostik sind auf der Internetseite <https://calcivis.com> zu finden.

### Fazit

- Die Erkrankung „Karies“ bezeichnet im eigentlichen Sinne nicht das „Loch im Zahn“, sondern einen Prozess mit chronischem Ungleichgewicht von De- und Remineralisation, bei der die kariöse Kavität eine Folge, also ein spätes Symptom, der Karies darstellt.
- Entkalkungen des kristallinen Zahnschmelzes werden durch Säuren verursacht, die aus Zucker im bakteriellen Zahnbelag gebildet werden.

Korrespondenzadresse  
 OA Dr. Julian Schmoeckel  
 Abteilung für Präventive Zahnmedizin &  
 Kinderzahnheilkunde  
 Walther-Rathenau-Straße 42  
 17475 Greifswald  
 Telefon: 03834 867136  
[julian.schmoeckel@uni-greifswald.de](mailto:julian.schmoeckel@uni-greifswald.de)

Literatur bei den Verfassern