

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Prof. Dr. Reinhard HICKEL

# **Untersuchung über einen Zusammenhang zwischen Restaurationsrändern und einem Laktatnachweis**

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von  
Marius Wendisch  
aus München  
2007

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. R. Hickel

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dr. h.c. W. Gernet  
Prof. Dr. Chr. Matthias

Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter: Dr. P. Wöhrl  
Dr. G. Hamm

Dekan: Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 26.04.2007

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literaturüberblick .....</b>	<b>2</b>
2.1	Sekundärkaries Definition nach F.D.I. ....	2
2.2	Epidemiologie der Sekundärkaries in Deutschland .....	2
2.3	Histopathologie der Sekundärkaries .....	3
2.3.1	Morphologie .....	3
2.3.2	Lokalisation .....	5
2.3.3	Mikrobielle Zusammensetzung .....	5
2.4	Zusammenhang zwischen Randqualität und mikrobieller Besiedlung .....	7
2.4.1	Verfärbung .....	8
2.4.2	Randspaltgröße .....	8
2.4.3	Plaquesbesiedlung und kariöse Stellen .....	8
2.4.4	Flüssigkeit am Schmelz-Dentin-Übergang .....	8
2.4.5	Konsistenz des Dentins .....	9
2.5	Diagnostik .....	9
2.5.1	Spezielle Probleme bei der Diagnose .....	9
2.5.2	Klassische Diagnose-Kriterien .....	11
2.5.2.1	Klinische Kriterien der Randqualität .....	11
2.5.2.2	Taktilität (Sonde) .....	12
2.5.2.3	Bißflügelaufnahmen .....	14
2.5.3	Moderne Diagnostik .....	17
2.5.3.1	Faseroptische Transillumination (FOTI) .....	17
2.5.3.2	Laserfluoreszenz / - spektroskopie (QLF und DIAGNOdent) .....	18
2.5.3.3	Impedanzmessung .....	20
2.5.3.4	Konfokale Laserscanning Mikroskopie (CLSM) .....	20
2.5.3.5	Digitales Röntgen .....	22
2.6	Laktatnachweis Clinpro™ Cario Diagnosis .....	24
2.7	Das Farbsignal des Laktatnachweises .....	26
<b>3</b>	<b>Material und Methode .....</b>	<b>29</b>
3.1	Produktbeschreibung des Laktatnachweises .....	29
3.2	Patientengut .....	31
3.3	Klinische Dokumentation, Befunderhebung .....	32
3.4	Vorbereitung der Zähne, Abformung und Dokumentation .....	35

3.5	Fotodokumentation der extrahierten Zähne .....	39
3.6	Schnitttherstellung .....	41
3.7	Auswertung der Schnittflächen .....	42
3.8	Statistische Auswertung .....	47
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>50</b>
4.1	Stichprobenumfang .....	50
4.2	Zusammenhänge zwischen Laktatnachweis und Kariestiefe (C-Grad) .....	51
4.3	Zusammenhänge zwischen Laktatnachweis und Breite der kariösen Läsion am Füllungsrand .....	58
4.4	Zusammenhänge zwischen Laktatnachweis und Verfärbungs- bzw. Defekt- grad am Füllungsrand (D-Grad) .....	63
4.5	Zusammenhänge zwischen Laktatnachweis und Kariesformation .....	68
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>71</b>
5.1	Material und Methode .....	71
5.2	Statistische Auswertung der Dokumentationsbögen .....	75
5.3	Diskussion der Ergebnisse .....	76
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>83</b>
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>85</b>
7.1	Kurzanleitung des Laktattests .....	85
7.2	Dokumentationsbögen für Clinpro™ Cario Diagnosis-Abformung .....	86
7.3	Kriterien nach Ryge .....	88
7.4	Falltabelle .....	96
7.5	Aufgetretene Sekundärkaries-Formationen .....	98
7.6	Falldokumentation .....	100
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>160</b>
<b>9</b>	<b>Danksagung .....</b>	<b>168</b>
<b>10</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>169</b>

Meinen Eltern  
Brigitte und Gerhard Wendisch

und meiner geliebten Frau Masha  
in Dankbarkeit für die stetige Unterstützung gewidmet

## 1 Einleitung

Die zuverlässige Diagnose von Karies an Kronen- und Füllungsrandern genannt Sekundärkaries stellt ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung der Restaurationsqualität und des Restaurationsbedarfs dar. Bis heute ist die Sekundärkaries der Hauptgrund für den Mißerfolg von Restaurationen und erfordert deshalb das besondere Augenmerk des Zahnarztes.

Die von Ryge 1973 erstellten und von Pelka et al. (1994) modifizierten Kriterien zur Beurteilung der klinischen Qualität von Restaurationsrändern sind bis heute Grundlage für eine Systematik in der Diagnostik von Sekundärkaries. Die in diesem Zusammenhang auftretenden Probleme wurden in zahlreichen Studien unter anderem von Kidd et al. (1989 und 2001) bereits ermittelt: Schwierigkeiten bei der Erkennung von Kavitätenwandläsionen, Differenzierung von rezidivierender, residueller, aktiver und stillstehender Karies.

Moderne Untersuchungsmethoden wie die faseroptische Transillumination (FOTI), Laserfluoreszenz und Impedanzmessung unterstützen die klassische Kariesdiagnostik bestehend aus visueller und röntgenologischer Beurteilung sowie Sondierung. Bis heute steht allerdings kein zuverlässiges Diagnostikum für Sekundärkaries zur Verfügung.

Ein neu entwickelter Test der Firma 3M ESPE (Seefeld, BRD), Clinpro™ Cario Diagnosis, weist Lactat-bildende Keime nach.

Das Ziel dieser Studie war es klinisch und anhand von Zahnschnitten zu untersuchen, ob sich dieses Nachweisverfahren eignet, um Initialläsionen oder kariöse Läsionen an Restaurationsrändern nachzuweisen.

## **2 Literaturüberblick**

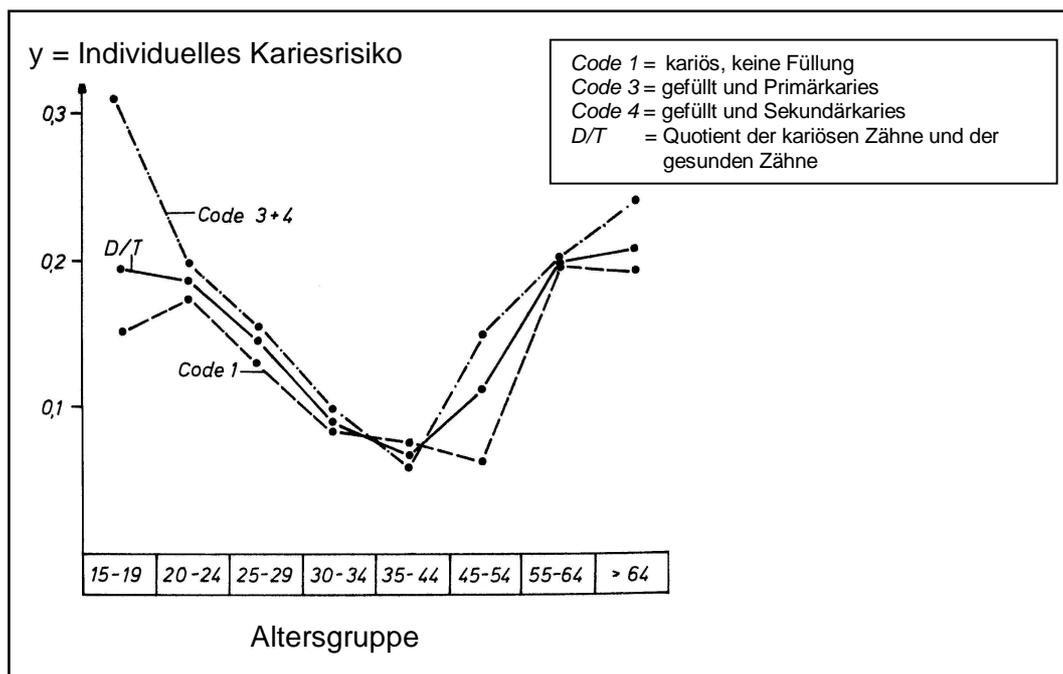
### **2.1 Definition der Sekundärkaries nach der Fédération Dentaire Internationale (1962)**

Unter Sekundärkaries versteht man eine Kariesläsion, die an den Rändern einer bestehenden Restauration auftritt (Gonzales-Cabazes et al. 1995).

### **2.2 Epidemiologie der Sekundärkaries in Deutschland**

Nach einer Studie von Kosa et al. (1990) waren 55 % aller kariösen Zähne ohne Füllung, 28 % waren gefüllt und hatten Sekundärkaries; 17 % waren gefüllt und hatten Primärkaries. Das individuelle relative Kariesrisiko scheint für bereits gefüllte Zähne höher zu sein, als für nicht gefüllte Zähne. Es liegt um etwa 30 % höher. Gefüllte Zähne haben ein etwa doppelt so hohes Risiko der Sekundärkaries gegenüber Primärkaries. Insgesamt ist jeder zehnte Zahn an Sekundärkaries erkrankt. Das Risiko eines gefüllten Zahnes, an Sekundärkaries zu erkranken, ist in den Altersgruppen über 55 Jahre besonders hoch und entspricht klinischen Erfahrungen (Kosa et al. 1990).

Spens und Taatz et al. (1972) konnten eine größere Sekundärkariesanfälligkeit bei devitalen Zähnen nachweisen gegenüber Zähnen mit vitaler Pulpa. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass die Sekundärkariesquote mit der Größe der Füllung ansteigt. Die Ergebnisse lassen sich nur bedingt auf heutige Füllungen übertragen, da in der Studie neben den überholten Stein- und Silikatzementfüllungen auch Amalgam- und Gußfüllungen miteinbezogen wurden, heute jedoch viele Restaurationen aus Kompositen angefertigt werden.

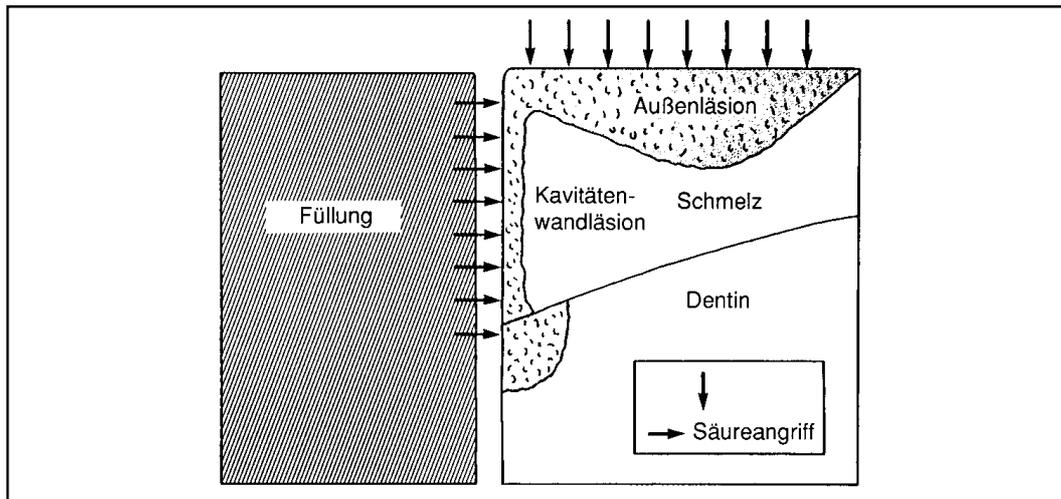


**Abb. 1.1:** Individuelles, relatives Kariesrisiko der verschiedenen Altersgruppen nach Kosa et al. 1990

## 2.3 Histopathologie der Sekundärkaries

### 2.3.1 Morphologie

Per definitionem spricht man bei Karieslokalisierung an Füllungs- bzw. Kronenrändern von Sekundärkaries. Betrachtet man eine solche Initialkaries im histologischen Schliff, unterscheidet man Oberflächenschmelz und den Schmelz der Kavitätenwand. Daher bezeichnet man kariöse Läsionen der Kavitätenwand als „Kavitätenwandläsion“ und Oberflächenläsionen als „Außenläsion“. Kavitätenwandläsionen entstehen, wenn Bakterien, Flüssigkeit, Moleküle oder Wasserstoffionen in den Spalt zwischen Füllung und Kavitätenwand eindringen. Dies wird als „Randspaltbildung“ oder „Mikrospaltbildung“ bzw. „Microleakage“ bezeichnet und ist klinisch nicht nachweisbar (Kidd et al. 1989).



**Abb. 1.2:** Grafische Darstellung der Sekundärkaries (Kidd et al. 1989)

Die Außenläsion stellt einen Säureangriff auf die Zahnoberfläche dar, aus dem letztlich eine kariöse Kavität resultieren kann. Die Kavitätenwandläsion hingegen kann sich tief in den Füllungsrand erstrecken und eine Demineralisation des Dentins mit einer Unterminierung des benachbarten Schmelzes hervorrufen. Es wird angenommen, dass Karies an einem Füllungsrand entlang fortschreitet, der klinisch intakt erscheint. Untersuchungen an extrahierten Zähnen haben gezeigt, dass Außen- und Kavitätenwandläsionen zusammen oder unabhängig voneinander auftreten können (Kidd et al. 1992).

Die Außenläsion besitzt die charakteristischen Merkmale einer Primärkaries. Der erste klinische Hinweis ist eine typische „white-spot“-Läsion, eine Opazität des Schmelzes. Die Außenläsion wird die verschiedenen histologischen Stadien der Demineralisation durchlaufen und schließlich einen Oberflächeneinbruch erzeugen.

Kostlan (1966) beschreibt die Schmelzkaries grundsätzlich als einen regressiven Prozess, der in das jetzige System der pathologischen Grundveränderungen (Atrophie, Dystrophie, Gangrän, Nekrose) nicht eingereicht werden kann. Die Schmelzkaries nimmt aufgrund ihres

areaktiven Charakters eine Sonderstellung ein, da es dem Schmelz nicht möglich ist irgendeine Gewebsreaktion in Form einer „echten“ Reparatur vorzunehmen. Selbst die „Remineralisation“ stellt keine echte Reparatur dar, da es sich hierbei lediglich um eine Verkalkung alterierten Gewebes handelt, die aber letztlich keine heilende bzw. reparierende Reaktion darstellt.

Dentinkaries stellt nach Kostlan eine Regression der Grundsubstanz samt Dystrophie oder Nekrose des Odontoblastenfortsatzes dar. Dies hat seine Ursache darin, dass der Odontoblastenfortsatz die Reaktivität eines Zellprotoplasmas besitzt, im Unterschied zur kalzifizierten Grundsubstanz, die ihren Eigenschaften nach dem Schmelz ähnlich ist (Kostlan et al. 1966).

### **2.3.2 Lokalisation**

Die Sekundärkaries tritt überwiegend im gingivalen Randbereich von Klasse II-Restaurationen auf. Dennoch tritt sie ebenso am gingivalen Rand von Klasse III-, IV- und V-Restaurationen auf. Folgende Faktoren prädestinieren die Sekundärkaries am gingivalen Rand: eingeschränkte klinische Diagnosemöglichkeiten, Materialeigenschaften und orale Hygiene (Mjör et al. 2000).

### **2.3.3 Mikrobielle Zusammensetzung**

Clark et al. (1924) waren die ersten, die *Streptococcus mutans* im Dentin identifizierten, indem sie infizierte Pulpenproben entnahmen und die darin enthaltenen Bakterien kultivierten.

In einer Studie von Gonzales-Cabezas et al. (1999), wurde die Verteilung dreier Bakterienstämme in Sekundärkaries-Läsionen an Amalgamfüllungen untersucht, von denen sie annehmen, dass sie die Hauptverursacher von Karies sind: *Streptococcus mutans*, *Actinomyces*

naeslundii genospecies 2 (ehemals *Actinomyces viscosus* genannt) und Lactobazillen. Alle drei sind Säureproduzenten, wobei *Streptococcus mutans* der mit Abstand stärkste Produzent organischer Säuren ist.

An der fortschreitenden Kariesfront war die Zahl an *Streptococcus mutans* größer als die der beiden anderen Stämme, jedoch ohne statistische Relevanz. Es bestand auch kein wesentlicher Unterschied in der Anzahl von *Actinomyces naeslundii* genospecies 2 und Lactobazillen. An der äußeren Front konnte ebenfalls kein statistisch relevanter Unterschied in der Verteilung der Bakterienstämme festgestellt werden (Gonzales-Cabezas 1999).

Ferner stellt sich auch die Frage, inwiefern die Wahl des Restaurationsmaterials Einfluss auf die Mikroflora in der Läsion hat (Gonzales-Cabezas 1995). Bergenholtz et al. (1982) fanden überwiegend gram-positive Bakterien (*Streptococci*) bei unterschiedlichen Füllungsmaterialien. Unterschiedliche Typen von Amalgam können unterschiedlichen Einfluß auf das Wachstum und das bakterielle Eindringen haben (Nunez et al. 1976). Einige Amalgamarten, z. B.  $\gamma$ -2-freie, können durch die Freisetzung von Kupfer den Metabolismus der Mikroorganismen hemmen (Wallamn-Bjorklund et al. 1987). Svanberg et al. (1990) haben gezeigt, dass die bakterielle Zusammensetzung von Plaque aus dem Randbereich von Amalgam-, Kompositen- und GIZ-Füllungen unterschiedlich ist (Mjör 2000).

In gewisser Hinsicht spiegeln Grübchen- und Fissurenkaries das wieder, was bei der Sekundärkaries geschieht: Grübchen und Fissuren bieten eine enge Umgebung, die von der Mundhöhle weitestgehend isoliert ist, und wo Mikroorganismen siedeln und überleben können ohne eine extrazelluläre Matrix. Ihre Säuren können hier länger in Kontakt mit Schmelz bleiben. So können diese Läsionen wachsen, ohne entdeckt zu werden.

Lactobazillen und andere Bakterien können für Monate unter einer Füllung überleben (Fischer et al. 1969). Quist et al. (1980) fanden eine gemeinsame Beziehung zwischen Randschluß und bakteriellem Wachstum unter der Restauration. Jedoch tolerieren Zähne in gewissem Umfang diese Mikrosplattbildung, wobei es nicht klar ist, wann die Splattbildung inakzeptabel wird (Stanley 1989).

Nach Bentley et al. (1990) korreliert die Anzahl von Streptococcus mutans im Speichel mit der Lebensdauer von Restaurationen. Jedoch schließt eine niedrige Zahl von Streptococcus mutans im Speichel eine hohe Zahl an Mikroorganismen in der Plaque um eine Restauration nicht aus (Wallmann und Krasse 1992).

Loesche et al. (1986) haben nachgewiesen, dass Streptococcus mutans, Actinomyces naeslundii genospecies 2 und Lactobazillen die wichtigsten Verursacher von Glattflächen-, Fissuren-, Approximal- und Wurzeloberflächen-Karies darstellen.

## **2.4 Zusammenhang zwischen Randqualität und mikrobieller Besiedlung**

In einigen Studien wurde der Frage nachgegangen, inwiefern Kriterien zur Beurteilung von Füllungsrandern, wie z.B. Verfärbungsgrad, Randsplattgröße, das Vorhandensein eindeutig kariöser Stellen am Füllungsrand und Flüssigkeit an der Schmelz-Dentin-Grenze (Enamel-Dentin-Junction) von Bedeutung sind für den Grad an mikrobieller Infektion des darunterliegenden Dentins. In einer Studie, die an Amalgamfüllungen durchgeführt wurde, entnahmen Kidd et al. (1995) Plaqueproben aus dem Zahn-Restauration-Splatt und Dentin-Proben aus jeder Schmelz-Dentin-Grenze. Untersucht wurde das Vorhandensein von

Streptococcus mutans und Lactobazillus. Der Zusammenhang zu folgenden Kriterien wurde untersucht:

#### **2.4.1 Verfärbung**

Es wurde kein Zusammenhang zwischen Randverfärbung und bakterieller Besiedlung gefunden.

Verfärbungen an den Füllungsändern von Amalgam rührten meist von der physischen Präsenz der Füllung, ihrer Korrosionsprodukte oder Sekundärkaries her. Eine weitere Möglichkeit für die Ursache der Verfärbung war eine nicht vollständig entfernte Karies, also eine residuelle Karies. Diese entstand nach dem Legen der Füllung durch Einlagerungen und kann einem anderen Behandler als eine Sekundärkaries erscheinen.

#### **2.4.2 Randspaltgröße**

Plaqueproben aus großen Randspalten (> 0,4 mm) weisen deutlich mehr Mikroorganismen auf, als Proben von intakten Rändern oder schmalen Randspalten (< 0,4 mm).

Die Dentinproben aus Randspalten größer 0,4 mm wiesen deutlich mehr Mikroorganismen auf, als Dentinproben aus Rändern die kleiner waren als 0,4 mm oder intakt waren.

#### **2.4.3 Plaquebesiedlung und kariöse Stellen**

Die Plaque- sowie die Dentinproben von Rändern mit eindeutig kariösen Läsionen wiesen deutlich mehr Mikroorganismen auf als nicht-kariöse Ränder.

#### **2.4.4 Flüssigkeit am Schmelz-Dentin-Übergang**

Nach dem Trocknen der Kavität, wurde an demineralisierten Zonen der Flüssigkeitsaustritt auf Sondierung am Schmelz-Dentin-Übergang

untersucht. Auffällig war dabei die Tatsache, dass alle nassen Stellen deutlich mehr Bakterien und Laktobazillen enthielten als die trockenen.

#### **2.4.5 Konsistenz des Dentins**

Die Studie konnte keinen Zusammenhang nachweisen zwischen der Konsistenz des Dentins (weich-hart) und dem Grad der mikrobiellen Besiedlung. Zwar wiesen einige weiche Dentinproben einen deutlich höheren Infektionsgrad auf als einige harte, ausschlaggebend war jedoch nur die Größe des darüberliegenden Randspalts oder eine eindeutig kariöse Läsion.

Kidd kam zu dem Schluß, dass schmale Randspalten ( $< 0,4$  mm) und Verfärbungen an Füllungsrandern alleine kein Anlass sein sollten, Amalgam-Füllungen zu ersetzen. Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangte auch Pimenta et al. (1995). In einer weiteren Studie (Kidd et al. 1996) bestätigten sich diese Ergebnisse für zahnfarbene Füllungen. Nur offensichtliche Karies am Füllungsrand ist demnach ein verlässlicher Indikator für Sekundärkaries an zahnfarbenen Restaurationen (Mjör 2000).

## **2.5 Diagnostik**

### **2.5.1 Spezielle Probleme bei der Diagnose**

Es gibt vier spezielle Problembereiche der Kariesdiagnose bei Zähnen mit Füllungen:

- 1) Die Schwierigkeit, eine Kavitätenwandläsion zu erkennen
- 2) Die Frage, ob eine Füllung mit Randdefekten gleichbedeutend mit Kariesrezidiven ist
- 3) Die Unterscheidung zwischen rezidivierender und residueller Karies

- 4) Die Unterscheidung zwischen aktiver und zum Stillstand gekommener Karies

### **Kavitätenwandläsion**

Die Sekundärkaries ähnelt zwar im Prinzip der Primärerkrankung, aber die histologischen Gegebenheiten bringen spezielle Probleme mit sich. So kann man beispielsweise die Kavitätenwandläsion mit dem Auge nicht erkennen, es sei denn sie ist so ausgedehnt, dass sich das darüberliegende Zahngewebe stark verfärbt oder das Gewebe zerfällt und einen großen Defekt hinterläßt. Dies entspricht den Problemen, denen man sich bei der Diagnose von Fissurenkaries gegenüber sieht, wo sich histologisch der kreidige Fleck an den Wänden der Fissur bildet und die Fissur, die klinisch frei von Karies erscheint, histologisch frühe Anzeichen der Ausbildung einer Läsion aufweisen kann.

### **Füllungen mit Randdefekten**

Füllungen mit Randdefekten bringen ebenfalls Diagnoseprobleme mit sich. Der Randspalt der Restauration verhält sich wiederum analog zu einer Fissur. Sowohl der Randdefekt als auch die Fissur sind Stagnationsbereiche. Aber genau wie sich nicht in allen Fissuren klinisch diagnostizierbare Läsionen bilden, entwickelt sich auch nicht bei allen defekten Füllungen erneut Karies. Voraussetzung für die Kariesentwicklung ist eine kariogene Plaque, die spezifische Mikroorganismen enthält, in Zusammenhang mit entsprechenden Ernährungsgewohnheiten. Wenn weder die Plaque vorhanden ist, noch die ernährungsmäßigen Voraussetzungen gegeben sind, dann entwickelt sich auch keine Karies, gleichgültig bei welcher Zahnmorphologie.

### **Rezidivierende contra residuelle Karies**

In einer Arbeit über den Karies-Detektor (Caries Detector<sup>®</sup>, Kuraray, Japan), hat sich herausgestellt, dass Ausbilder von ihren Studenten oft präparierte Kavitäten akzeptieren, bei denen sich später durch die Anwendung von Karies-Detektor das Vorhandensein von Karies an der Schmelz-Dentin-Grenze nachweisen lässt, die visuell und taktil übersehen wurde. Die Frage ob sich diese Karies unter einer Füllung ausbreiten wird, hängt maßgeblich davon ab, ob eine Randspaltbildung, eine kariogene Plaque und die ernährungsmäßigen Voraussetzungen vorliegen.

### **Aktive contra zum Stillstand gekommene Karies**

In gewisser Weise hängt dieses Problem mit den zuvor genannten zusammen. Wenn Karies in der Kavität verbleibt, kann sie zum Stillstand kommen. Aber es gibt keine klinischen Kriterien dafür, wann der Zahn wieder geöffnet werden sollte. Es ist aber durchaus möglich, dass diese Karies später fälschlicherweise als neu aufgetretene Karies diagnostiziert wird und den Zahnarzt veranlaßt, die Füllung zu ersetzen (Kidd 1989).

## **2.5.2 Klassische Diagnose-Kriterien**

### **2.5.2.2 Klinische Kriterien der Randqualität**

Ryge (1973) entwickelte als erster Kriterien zur klinischen Bewertung von Füllungen, die später von Mc Comb (1985) und Pelka et al. (1994) zum U.S. Public Health Service Bewertungssystem (USPHS-Kriterien) modifiziert wurden. Es handelt sich dabei um ein Bewertungssystem, mit dessen Hilfe zahnärztliche Restaurationen unter klinischen Gesichtspunkten, wie z.B. Approximalkontakt, Randschluß, anatomische Form etc. in verschiedene Kategorien eingeteilt werden.

Diese Bewertungskriterien fanden auch in der vorliegenden Untersuchung Anwendung und werden daher im Kapitel „Material und Methode“ näher beschrieben.

### 2.5.2.2 Taktilität (Sonde)

Die Verwendung einer „spitzen Sonde“ zur Diagnose einer (Sekundär-) Karies gehörte früher zum Standardverfahren eines jeden Zahnarztes. Dieses Instrument ist jedoch zunehmend in Kritik geraten, da man nachweisen konnte, dass durch die Anwendung dieses Hilfsmittels erstens keine sichere Aussage über eine (Sekundär-) Karies getroffen werden kann und zweitens durch eine Beschädigung intakter Oberflächen an Füllung und Zahn weitere Karies-Prädilektionsstellen die Folge sein können. Bis heute findet jedoch die spitze Sonde in Zahnarztpraxen als Hilfsmittel zur Diagnose von Sekundärkaries Anwendung.

Kidd schrieb 1989 in einem Artikel über Kariesdiagnose bei Sekundärkaries: „Viele Jahre lang wurden ‚spitze Sonden‘ zur Diagnose der primären und der rezidivierenden Karies empfohlen. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die spitze Sonde potentiell schädlich ist, da es durch sie zu einer Unterminierung kommen kann und kariogene Bakterien in die Tiefe der Läsion eindringen können (Bergmann und Linden et al. 1969; Ekstand et al. 1987). Insbesondere bei der Sekundärkaries ist die Verwendung spitzer Sonden unangebracht. Eine spitze Sonde kann die Unterminierung eines demineralisierten Bereichs bewirken, den Füllungsrand beschädigen oder an einer Randunebenheit hängenbleiben, die dann fälschlicherweise als Karies interpretiert wird. Aus allen diesen Gründen ist diese Technik nicht länger empfehlenswert, und die taktile Untersuchung sollte aus der Kriterienliste von Ryge (Ryge et al. 1980) gestrichen werden, die bei der klinischen Überprüfung von Füllungen oft angewendet wird. Bei allen Vorbehalten ist eine Rundsonde im

Zervikalbereich nützlich, wenn Bißflügelaufnahmen schwer interpretierbar sind. Man muss aber sanft mit der Sonde umgehen.“

Trotzdem bleibt die Anwendung der Sonde umstritten. Noch immer werden bei epidemiologischen Studien unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Diagnose von Karies bevorzugt. Dabei stehen sich grundsätzlich zwei Meinungen gegenüber: Nach dem „Europäischen System“ sollte eine Untersuchung ausschließlich durch eine eingehende visuelle Beurteilung an gesäuberten und mittels Druckluft getrockneten Zähnen erfolgen (Kidd 1992). Die Untersuchung sollte 10 Minuten pro Patient betragen. Demgegenüber werden bei Untersuchungen in den USA die Kriterien der American Dental Association (ADA) angewendet. Dabei untersucht man den Zahn auf erweichten Schmelz mittels Sonde, die dabei hängen bleiben soll (die sog. „sticky fissure“) und erlaubt das Eindringen der Sonde in Approximalflächen mit moderatem bis starkem Sondierungsdruck (Radike et al. 1972). Die Zähne sind dabei gut beleuchtet, aber weder gesäubert noch getrocknet, und die Untersuchung dauert etwa 3 Minuten pro Patient (Newbrun et al. 1993).

In einer Studie (Madlena et al. 1991) wurde der Effekt einer Sondierung auf die Entwicklung von Karies untersucht. Dabei wurden die beiden ersten bleibenden Molaren einer Gebißhälfte mit einer spitzen Sonde sondiert, während die kontralaterale Seite unberührt blieb. Zwei Jahre später wurden die Zähne erneut sondiert, wobei allerdings keine eindeutige Beziehung zwischen den Folgen der vorangehenden Sondierung und der okklusalen Karies festgestellt werden konnte (Madlena et al. 1991).

Nachgewiesen ist jedoch, dass das Sondieren gegenüber einer rein visuellen Untersuchung, die Genauigkeit einer Diagnose von Fissurenkaries nicht verbessert. Die Sensitivitäten (65 % bei Sondieren, 60 % visuelle Untersuchung) und Spezifitäten (87 % bzw. 82 %)

unterscheiden sich nur geringfügig. Weil aber die taktile Diagnose der Karies unzuverlässig ist und unter Umständen beschädigende Wirkung hat, wurde vorgeschlagen, dass in der Praxis die Diagnose auf der visuellen Inspektion, einer röntgenologischen Aufnahme, einer faseroptischen Transillumination und einer individuellen Untersuchung der Kariesaktivität beruhen sollte (Imfeld et al. 1990). Heute gesellt sich dazu auch noch die Untersuchung mittels Laserfluoreszenz.

### 2.5.2.3 Bissflügelaufnahmen

Bissflügelaufnahmen sind sehr wichtig für die Kariesdiagnose bei gefüllten Seitenzähnen. Daher sollen Füllungsmaterialien röntgenopak sein, das wünschbare Ausmaß der Röntgendichte muss allerdings erst noch festgelegt werden. Schatten im Röntgenbild werden leicht falsch interpretiert, weshalb Filmhalter verwendet werden, um reproduzierbare Aufnahmen zu erhalten. Bei der Röntgendiagnose der Karies und den entsprechenden Therapieentscheidungen gibt es erhebliche Unterschiede (Mileman et al. 1982). Daher wurde gefordert, dass der Zahnarzt an einem (Kalibrierungs-) Trainingsprogramm teilnehmen soll, damit diese Unterschiede geringer werden. Leider erwies sich das Kalibrierungstraining für Schulzahnärzte als erfolglos (Poulsen et al. 1980).

Verschiedene Faktoren können das Erkennen von Sekundärkaries in Röntgenaufnahmen beeinflussen. Diese beinhalten zum Beispiel die Größe der Läsion, die räumliche Anordnung der Projektionsrichtung sowie die Orientierung und Lage der Läsion am Füllungsrand (Nair et al. 2001). Kariöse Läsionen am zervikalen Abschnitt des approximalen Füllungsrandes können meist nur entdeckt werden, indem man ältere mit jüngeren Zahnfilm-Aufnahmen vergleicht. Dunkle Schatten an den Rändern der Restaurationen können durch falsche Angulation des Films

oder der Röntgenröhre verursacht werden. Durch den routinemäßigen Einsatz von Filmhaltern werden solche diagnostischen Fehler vermieden (Newbrun et al. 1993).

Tveit et al. (1991) untersuchten, welchen Einfluss der Angulationswinkel des Röntgenstrahls auf die Qualität der Diagnose von Sekundärkaries an Füllungen unterschiedlicher Röntgenopazität hat. Es wurden Amalgam- und Komposit-Füllungen der Klasse II an extrahierten Zähnen untersucht. Die Winkel betragen 0°, 5°, 10° und 15° Grad. Grundsätzlich war die Diagnose von Sekundärkaries an den Kompositfüllungen den Amalgamfüllungen überlegen. Die Angulation spielte für die Genauigkeit der Diagnose bei Amalgamfüllungen keine Rolle. Die besten Ergebnisse wurden bei Kompositfüllungen mit einem Angulationswinkel von 10 Grad erzielt (Tveit et al. 1991).

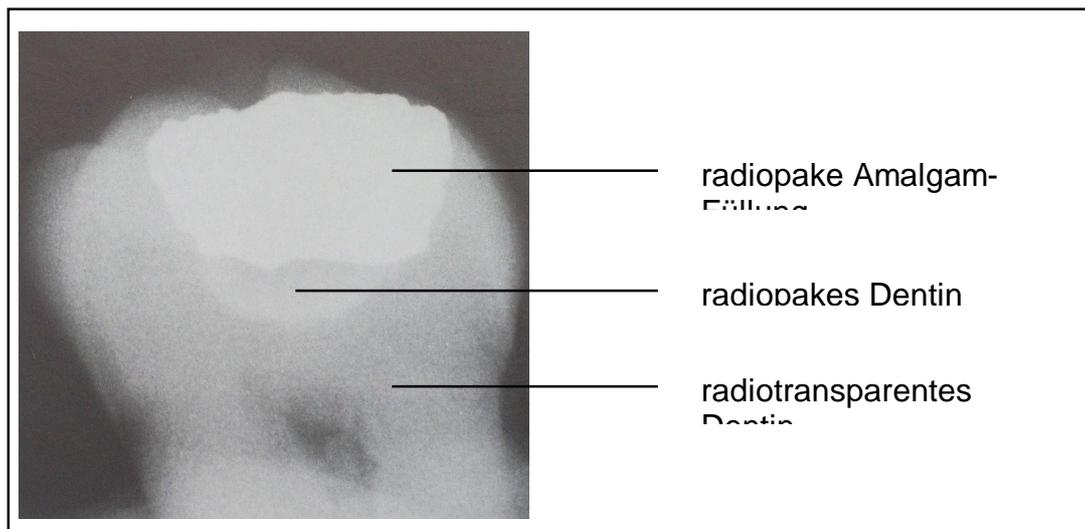
Rudolphy et al. (1997) untersuchte in zwei Studien jeweils die Aussagekraft von Bissflügelaufnahmen (bei 0° Grad Angulation) zur Diagnose von Sekundärkaries bei Klasse I Amalgamfüllungen und bei Klasse II Amalgam-Füllungen im Approximalraum. Die Zahnfilme erreichten dabei eine Spezifität für Molaren von 90 %, Prämolaren von 95 % und eine Sensitivität von 73 % für Molaren, 80 % für Prämolaren. Für Molaren lieferte die Untersuchung an Klasse I-Amalgamfüllungen ähnliche Werte. Der Unterschied der Ergebnisse zwischen Molaren und Prämolaren erklärt sich aus der unterschiedlichen Kariesprävalenz der Zahngruppen (71 % Molaren, 43 % Prämolaren). Dieses Klaffen kann Zufall sein oder hat seine Ursache darin, dass Karies in den approximalen Kästen von Klasse II Kavitäten an Prämolaren besser entfernt werden kann als an Molaren, was eine niedrigere Kariesprävalenz zur Folge hat. Darüber hinaus wurden große Läsionen öfters entdeckt als kleinere, was bereits in anderen Studien bestätigt wurde. Große Läsionen werden zu

100 % erkannt, mittlere zu 89 % und kleine nur zu 40 % (Rudolphy et al. 1997).

Espelid und Tveit (1991) haben eine Spezifität für die Diagnose von Sekundärkaries im Approximalraum von Klasse II-Restaurationen von 88 % und eine Sensitivität 47 % ermittelt. Die Werte stiegen auf 64 % bzw. 97 % an, wenn die röntgenologische Untersuchung durch eine klinische ergänzt wurde.

Kidd et al. (1994) hingegen fanden die Bißflügelaufnahmen nur dann als aussagekräftig, um erweichtes Dentin an der Schmelz-Dentin-Grenze zu erkennen und zwar in Zähnen, die eine sichtbare Kavität am Füllungsrand aufwiesen (Sensitivität 88 %). In Zähnen ohne Kavität betrug die Sensitivität nur 18 %, die Spezifität jedoch 98 %.

Insbesondere zu beachten ist die Tatsache, dass bei Amalgamfüllungen eine Röntgenopazität ebenfalls als kariös gedeutet werden muss. Studien von van der Linden et al. (1972), Kurasaki et al. (1973) und Hals et al. (1975) zeigten, dass radioopakes Dentin unter Amalgam-Restaurationen durch die Anwesenheit von Zink und Zinn verursacht wird. In kariösen Regionen wird die reduzierte Absorption von Röntgenstrahlen durch das Eindringen von Zink und Zinn überkompensiert (siehe Abb. 2.3) (Rudolphy et al. 1993).



**Abb. 2.3:** radiopakes und radiotransparentes Dentin unter einer Amalgamfüllung auf einer Zahnfilmaufnahme (Rudolphy et al. 1993)

### 2.5.3 Moderne Diagnostik

Tabelle 2.1 (Reich 1998) zeigt die Eignung neuerer und konventioneller Untersuchungsmethoden zur Kariesbefundung.

Methoden	Fissur	Approximal	Glatfläche	Wurzel	Sekundärkaries
Visuell	+	+/-	+	+	-
Sonde	-	+/-	-	++	-
Röntgen	+/-	++	-	+/-	+/-
FOTI	-	+	-	-	-
Impedanz	++	+/-	+/-	-	-
Laser	++	+/-	+	+/-	+/-

**Tab. 2.1:** Eignung unterschiedlicher Untersuchungsmethoden zur Kariesbefundung (Reich 1998)

#### 2.5.3.1 Faseroptische Transillumination (FOTI)

Die faseroptische Transillumination ist ein Instrument, um Läsionen im Dentin festzustellen (Reich 1998). Allerdings ist der Lichtweg approximal

im Schmelz relativ lang und die Detektion von Läsionen ist dann am besten, wenn Farbstoffe schon in die Läsion aufgenommen wurden. Deshalb ist FOTI für den Einsatz bei approximaler Karies im Seitenzahnbereich wenig aussagekräftig. Restaurationen im Approximalbereich stellen außerdem ein „Durchleuchtungshindernis“ dar, wodurch der Einsatz von FOTI im Seitenzahngebiet weniger geeignet ist. FOTI ist bedingt einsetzbar im Frontzahnbereich, um Dentinkaries unter zahncolorierten Füllungen zu diagnostizieren (Newbrun et al. 1993). Choksi et al. (1994) untersuchten FOTI als Ergänzung zur klinischen und röntgenologischen Untersuchung von Karies, Restaurationen und Sekundärkaries an Approximalflächen an Oberkieferfrontzähnen. Ihr Ergebnis war, dass klinische und röntgenologische Kriterien wesentlich effektiver waren.

### 2.5.3.2 Laserfluoreszenz/-spektroskopie (QLF und DIAGNOdent)

Laserfluoreszenzverfahren basieren auf der Messung der Fluoreszenz bestimmter Zahnabschnitte nach Bestrahlung mit Laserlicht. Das Ausmaß der Fluoreszenz korreliert mit der Demineralisation im Schmelz und Dentin.

Die **QLF-Methode** (quantitative light-induced laser fluorescence) ist ein Verfahren, das mit Laser- oder Halogenlicht vor allem zur Bestimmung kleiner Demineralisationsphänomene an Glattflächen durchgeführt wird (Angmar-Manson et al. 1996). Obwohl die mögliche Nutzung des QLF-Verfahrens an der Approximalfläche bereits untersucht wurde, ist die Methode zur Approximal-Diagnostik noch nicht geeignet, da aus jeder der möglichen Betrachtungsrichtungen (bukkal, oral und okklusal) das Dentin als die hauptsächliche Fluoreszenzquelle fehlt. Die Fluoreszenz des Zahnschmelzes ist gering, wodurch die Differenz der Fluoreszenzintensität und damit der Kontrast zwischen gesunder und initial kariöser

Zahnhartsubstanz nach bukkal, oral und okklusal gering ausfällt. Neben der Begrenzung an Approximalflächen ist das Verfahren zur Erkennung kariöser Läsionen unter vorhandenen Restaurationen aus oben genannten Gründen nicht geeignet (Kühnisch et al. 2002). Jedoch zeigten Untersuchungen an okklusalen Amalgamfüllungen erfolgversprechende Ergebnisse. In einer ersten Pilotstudie von Benedict et al. (1996) wurde untersucht, inwiefern die Laserfluoreszenz Sekundärkaries an Amalgamfüllungen feststellen konnte. Sensitivität und Spezifität bewegten sich im Bereich von 85 % und 100 %. In einer zweiten Pilotstudie nach DeSchepper et al. (1996) wurde untersucht, inwiefern der Mineralisationsverlust an Amalgamfüllungen quantifiziert werden kann. Es wurde eine Sensitivität und Spezifität zwischen 80 % und 90 % erreicht.

Das **DIAGNOdent**-Gerät (Fa. KaVo, Biberach, BRD) ist ein Fluoreszenz-messgerät, welches routinemäßigen Einsatz in der Praxis gefunden hat. Es verbessert die Aussagekraft der Kariesdetektion insbesondere im Fissurenbereich (Lussi et al. 1999). Das Messprinzip beruht auf einem charakteristischem Fluoreszenzanstieg kariös veränderter Zahnhartsubstanz, der vor allem von kariestypischen Bakterien bzw. deren Stoffwechselprodukten verursacht wird (Kühnisch et al. 2002). Da die Fluoreszenz ein optisches Messverfahren ist, können die Messergebnisse durch Verfärbungen oder durch Zahnstein beeinflusst werden. Die Beeinflussung durch Komposite oder Kompomere ist gering und liegt unter der Schwelle für die Detektion der Dentinläsion. Die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse wurde nicht nur klinisch, sondern auch histologisch nachgewiesen (Lussi et al. 1999). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Takamori et al. (2001). In dieser Studie wurde der Einsatz des DIAGNOdent-Systems zur Detektion von Karies unter einem Fissuren-

Versiegler bei einer Routine-Untersuchung empfohlen (Takamori et al. 2001).

### 2.5.3.3 Impedanzmessung

Die Impedanzmessung beruht auf den physikalischen Eigenschaften des Schmelzes. Schmelz ist ein guter elektrischer Isolator. Durch die Demineralisation entstehen Porositäten, welche durch Wasseraufnahme die Isolation verringern. Um einen definierten Trocknungsgrad zu erzielen, wurde in einem neuen Gerät (Electronic Caries Meter, ECM, Fa. Lode, Niederlande) ein definierter Luftstrom auf die untersuchte Fläche gegeben, wodurch die Genauigkeit des Ergebnisses verbessert wurde (Reich et al. 2000).

Widerstandsmessungen bei fester Frequenz lassen recht genaue Aussagen in Bezug auf die Detektion okklusaler und eingeschränkt auch approximaler Läsionen zu. Weiterentwicklungen dieser Technik verwenden variable Frequenzen, um die Präzision der Befunde zu erhöhen und um eine bessere Eignung für den Approximalbereich zu erzielen (Reich et al. 1998).

Aufgrund des physikalischen Wirkprinzips scheint eine Anwendung bei Sekundärkaries an Amalgam- oder auch Kompositfüllungen nicht möglich oder nicht aussagekräftig. Bis heute gibt es keine Anwendung der Impedanzmessung im Bereich der Diagnostik von Sekundärkaries.

### 2.5.3.4 Konfokale Laserscanning Mikroskopie (CLSM)

Die meisten Methoden, die dem Nachweis von Bakterien im kariösen Dentin dienen, können in zwei Kategorien eingeteilt werden:

- 1) Probenentnahme und Kultivierung kariösen Dentins
- 2) Immunfluoreszenz-Markierung kariöser Dentinproben

Die erste Möglichkeit findet seit dem letzten Jahrhundert Anwendung. Black (1886) entnahm Proben kariösen Dentins und kultivierte sie, um die Ätiologie der Karies zu verstehen. Clark (1924) war der erste, der *Streptococcus mutans* im Dentin identifizierte, indem er infizierte Pulpenproben entnahm und die darin enthaltenen Bakterien kultivierte (Gonzales-Cabezas 1999).

Bei der zweiten Möglichkeit handelt es sich um eine aufwendige in-vitro-Methode zum Nachweis von bestimmten Bakterienstämmen und ist somit auf die Untersuchung im wissenschaftlichen Bereich beschränkt. Dabei gibt es zwei Varianten. Bibby et al. (1938) entnahmen Proben kariösen Dentins und markierten sie mit fluoreszierenden Antikörper. Die zweite Variante nach Sumitani (1972) besteht darin, sehr feine Schnitte von extrahierten, kariösen Zähnen herzustellen, diese mit fluoreszierenden Antikörpern zu markieren und somit spezifische Mikroorganismen unter einem Elektronenmikroskop (transmission electronic microscope) nachzuweisen.

Alle bisherigen Methoden hatten den Nachteil, dass man nicht mit Sicherheit sagen konnte, ob die analysierten Bakterien nicht eine Folge einer nicht-gewollten Kontamination waren. Außerdem hatten sie damit zu kämpfen, spezifische Bakterienstämme in-vitro zu züchten. Darüber hinaus bieten sie nicht die Möglichkeit einer Untersuchung der Bakterien in-situ. Eine neue Methode nach Gonzales-Cabezas et al. (1999) ist mit diesen Schwierigkeiten nicht mehr konfrontiert, da sie die Immunfluoreszenz-Markierung, die Konfokale Laserscanning-Methode und moderne Bild-Analyse-Technik miteinander verknüpft: Die Immunfluoreszenz-Markierung garantiert den Nachweis spezifischer Bakterienstämme in-situ, da hier keine Probenentnahme stattfindet, sondern der geschnittene Zahn in eine Inkubationslösung gelegt wird. Die Konfokale Laserscanning-Methode erlaubt die Untersuchung von Dentinstrukturen unter der

Oberfläche. Moderne Bild-Analyse-Techniken ermöglichen die detaillierte Auswertung der vom Mikroskop gelieferten Bilder, einschließlich einer dreidimensionalen Darstellung. Gonzales-Cabezas et al. wiesen so quantitativ die Verteilung von drei Bakterienstämmen (*Streptococcus mutans*, *Actinomyces naeslundii* genospecies 2 und Lactobazillen) nach (Gonzales-Cabezas et al. 1999).

Die Methode eignet sich auch zum Darstellen von Mikrostrukturen der Zahnhartsubstanz (Schmelz und Dentin) unter der Oberfläche. Damit wurden erstmals interprismatische Veränderungen am Schmelz nachgewiesen ohne histologische Methoden anwenden zu müssen (Duschner et al. 1996). Die Anwendung liegt nicht im klinischen Bereich, sondern in der wissenschaftlichen Untersuchung der Pathogenese der Karies oder auch der Bewertung präventiver Verfahren.

### 2.5.3.5 Digitales Röntgen

In der zahnärztlichen Radiologie haben digitale Verfahren die Möglichkeit eröffnet, mit Methoden der Bildbearbeitung auch schon geringe Veränderungen des Mineralisationsgrades eines Zahnes festzustellen (Reich et al. 2000). Dabei gibt es grundsätzlich drei Möglichkeiten:

Indirekte digitale Radiographie:

- 1) Eine konventionelle Röntgenaufnahme wird mittels Videokamera oder Scanner digitalisiert und steht dann der digitalen Bildbearbeitung am Computer zur Verfügung. Diese Methode stand zu Beginn der digitalen Ära. In der Kariesdiagnostik erzielte man dadurch zwar eine Steigerung der Sensitivität gegenüber konventioneller Radiographie, allerdings wurde diese Verbesserung von einem Anstieg der falsch-positiven Rate begleitet. Eine interessante Variante dieser Form der digitalen Radiographie besteht in einem densitrometrischen Verfahren, der **Digitalen-Subtraktions-Radiographie (DSR)**. Dabei wird der

überlagerte Film vom nachfolgenden Film elektronisch abgezogen, so dass das daraus resultierende Bild den Dichteunterschied dieser beiden Bilder repräsentiert. Diese Technik ermöglicht eine Verdeutlichung von kleinsten Veränderungen, die aufgrund des hohen „Rauschens“ der Einzelaufnahmen nicht erkennbar gewesen wären. Ortman et al. (1985) zeigten, dass bereits 5 % an Mineralisationsverlust ausreichen, um ihn mittels DSR nachzuweisen. Dagegen kann ein konventioneller Röntgenfilm erst Läsionen mit mindestens 30 % Mineralisationsverlust darstellen. In einer Studie von Nummikoski et al. (1992) zeigte der Opazitätsgrad verschiedener Füllungsmaterialien keinen Effekt auf die Diagnose mittels DSR, sogar wenn die Läsionen ganz oder teilweise von der Füllung überlagert waren. Eine Ausnahme stellen metallene Füllungen dar, die diese Läsionen verschatteten. Die Vorzüge von DSR werden dann offensichtlich, wenn radioluzente Komposite vorliegen. DSR konnte auch noch kleinste Läsionen mit einer Größe von 0,3 x 0,6 mm erkennen (Nummikoski et al. 1992).

Direkte Digitale Bildgebung (Direct Digital Imaging, DDI), filmlose Verfahren:

- 2) Es wird mittels CCD-Chips (charged couple device) ein digitales Bild „geschossen“, das sofort eine „Datei“ zur Betrachtung und Bearbeitung am Computer liefert.
- 3) Bei der Phosphorspeicherplatten-Methode (PSP) (Digora, Soredex, Finnland) emittiert das durch konventionelle Röntgenbelichtung entstandene latente Bild bei Anregung durch Licht einer bestimmten Wellenlänge sichtbares Licht, das durch einen Laserscanner aufgezeichnet wird (Wenzel et al. 2000).

Nair et al. (2001) untersuchten die Genauigkeit der Diagnose eines simulierten Kariesrezidivs mittels CCD und PSP im Vergleich zum konventionellen Film (vgl. Tab. 2.2).

<b>Bildgebendes Verfahren</b>	<b>Sensitivität</b>	<b>Spezifität</b>
4 Zahnfilm	75 %	73 %
CCD-Sensor	86 %	76 %
PSP (verstärkt)	81 %	63 %
PSP (unverstärkt)	65 %	61 %

**Tab. 2.2:** Sensitivitäten und Spezifitäten moderner bildgebender Verfahren  
(Nair et al. 2001)

Die Ergebnisse der CCD-Sensoren waren nicht wesentlich besser als die Ergebnisse der verstärkten Phosphorspeicherplatten. Läsionen unter radiopaken Kompositen konnten am besten erkannt werden, gefolgt von Läsionen unter Amalgamfüllungen und radioluzenten Kompositen. Läsionen am bukkalen Kastenwinkel konnten am leichtesten entdeckt werden, gefolgt vom gingivalen Rand und dem lingualen Kastenwinkel. Beide Systeme zeigten eine in etwa vergleichbare Leistung zum konventionellen Ektaspeed-Plus-Film (Nair et al. 2001).

## 2.6 Laktatnachweis Clinpro™ Cario Diagnosis

Einen völlig neuen Ansatz zur Diagnose von Karies stellt ein auf Alginat-Basis entwickelter Laktatnachweis (Clinpro™ Cario Diagnosis) der Firma 3M ESPE (Seefeld, BRD) dar. Der Test basiert auf dem Nachweis ortsspezifischer Milchsäure auf Zahnflächen mittels Farbumschlag eines in den Mund eingebrachten Alginats.

Hahn et al. (2004) untersuchten, ob die Laktat-Konzentration der Plaque mit dem Demineralisationsgrad korreliert. 16 Probanden trugen intraoral über einen Zeitraum von 28 Tagen acht bovine Schmelzproben mit künstlich angelegtem Spalt mittels eines Draht-/Kunststoff-Splints mit sich. Nach drei, sieben, 14 und 28 Tagen wurden jeweils Abformungen mit dem

Laktatnachweis Clinpro™ Cario Diagnosis vor und nach Reinigen mit einer Zahnbürste durchgeführt. Mittels der quantitativen Laser Fluoreszenz (QLF) wurde jeweils an glatter Oberfläche und an dem präparierten Spalt der Demineralisationsgrad in Bezug zum Ausgangswert bestimmt und die Korrelation mit dem Ergebnis des Laktatnachweises überprüft wurde. Es ergab sich eine signifikante Regression zwischen dem Laktatnachweis nach Reinigung der Schmelzoberfläche mit den angelegten Spalten ( $p = 0,03$ ,  $r = -0,13$ ) und den QLF-Werten ( $p = 0,03$ ,  $r = -0,11$ ). Es wurde keine signifikante Regression zwischen den QLF-Werten und dem Laktatnachweis vor Reinigung der Proben festgestellt.

Bizhang et al. (2004) untersuchten den Laktat-Test Clinpro™ Cario Diagnosis auf Korrelation mit flächen-spezifischen Indizes für Karies mit dem DFM-S (dfms) und Hygiene-Indizes mittels QHI und API. 31 Probanden im Alter von 11 bis 13 Jahren wurden herangezogen und der Kappa-Wert als Maß für die Übereinstimmung erhoben. Folgende Werte wurden gefunden:

Parameter	Kappa-Wert
D <sub>1-4</sub> FMS	0,013
D <sub>1-4</sub> fms	0,014
QHI	0,300
API	0,150

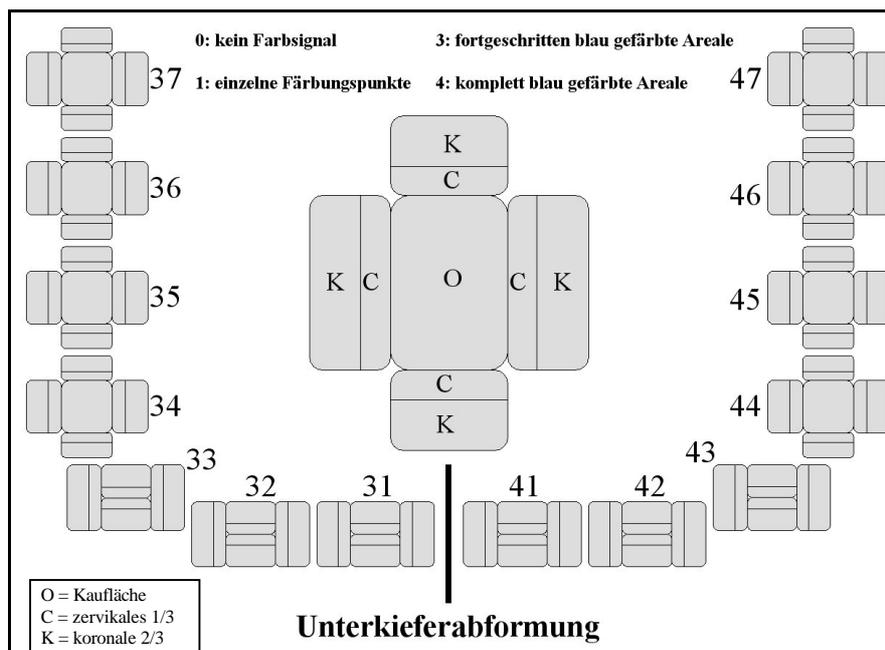
**Tab. 2.3:** Korrelation (Kappa-Wert) des Laktat-Nachweises und Hygiene-Indizes (Bizhang et al. 2004)

Es wurde eine schwache Übereinstimmung für die einzelnen Indizes sowie der Karies-Prävalenz gefunden. Höhere QHI-Werte korrelierten besser mit positiven Farbsignalen des Laktatnachweises. Bizhang et al. (2004) kamen zu dem Schluß, dass der Laktatnachweis sich zur Kariesdiagnose nicht eigne und nur unzureichend mit klinischen Indizes

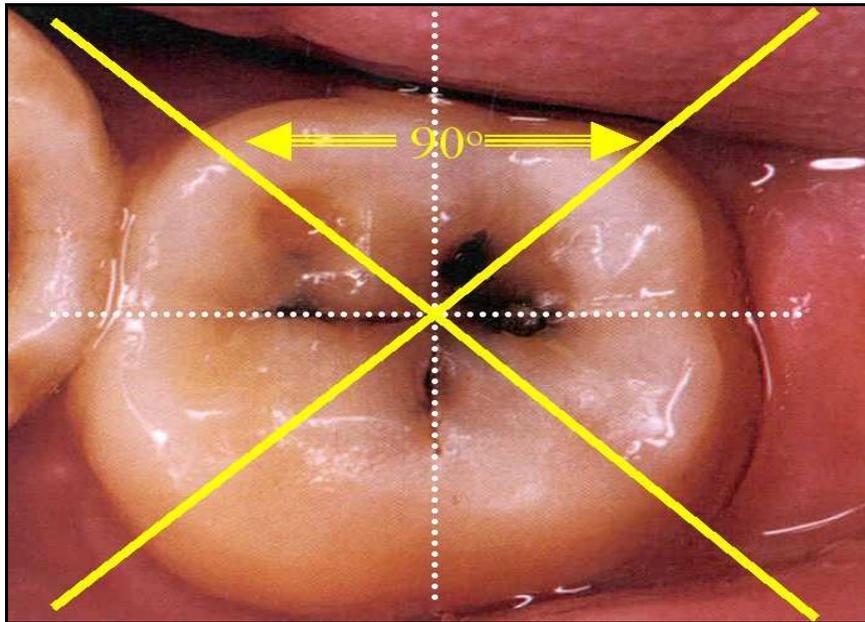
korreliere. Zur Beurteilung eines Karies-Risikos müsse der Laktatnachweis zur Untersuchung der Karieszunahme über die Zeit vorgenommen werden.

## 2.7 Das Farbsignal des Laktatnachweises

Von Hickel (2004) wurde vorgeschlagen, das Farbsignal des Laktatnachweises flächenspezifisch in ein speziell zu diesem Zweck erstelltes Befundschema (siehe Abb. 2.4) einzutragen, wobei jeder Zahn jeweils in eine okklusale, bukkale, linguale, mesiale und distale Abformfläche unterteilt wird (siehe Abb. 2.5).



**Abb. 2.4:** Befundschema zur Dokumentation eines Farbsignals des Laktatnachweises eines Unterkiefers (Entwurf Hickel 2004)



**Abb. 2.5:** Einteilung einer Zahnoberfläche in bukkale, linguale, mesiale und distale Anteile (Entwurf Hickel 2004)

Tabelle 2.4 zeigt die Einteilung, die je nach Ausdehnung und Lokalisation des Farbsignals zur Beurteilung einzeln gefärbter Areale (z. B. Verfärbung einer Fissur) vorgenommen werden kann.

Noch nicht geklärt ist die Kodifizierung für folgende Fälle:

- positive Farbsignale entlang von Füllungsändern
- positive Farbsignale auf einer Füllungsoberfläche
- positive Farbsignale an weiteren bakterien-tragenden Regionen wie z. B. Zunge und Gaumen

<b>Kaufläche</b>	<b>Mesiale, distale, bukkale und linguale Flächen</b>
0 = keine Färbung	0 = keine Färbung
1 = einzelne Färbungspunkte ( $\leq 1 \text{ mm}^2$ )	1 = einzelne Färbungspunkte ( $\leq 1 \text{ mm}^2$ )
2 = Färbung entlang von Fissuren ( $\leq 1 \text{ mm}$ Breite entlang der Fissur)	2 = Färbung der zervikalen Region entlang der gingivalen Begrenzung ( $\leq 1 \text{ mm}$ an Höhe)
3 = Färbung über den Fissurenrand hinaus ( $> 1 \text{ mm}$ Breite entlang der Fissur und weniger als $1/3$ der Kaufläche)	3 = Färbung der zervikalen Region ( $> 1 \text{ mm}$ an Höhe und $\leq 1/3$ der Fläche)
4 = Färbung größer als $1/3$ der Kaufläche	4 = Färbung größer als das zervikale $1/3$ der Fläche

**Tab. 2.4:** Flächenspezifische Kodifizierung des Farbsignals des Laktatnachweises (Entwurf Hickel 2004)

### **3 Material und Methode**

#### **3.1 Produktbeschreibung des Laktatnachweises**

Bei dem Produkt Clinpro™ Cario Diagnosis der Firma 3M ESPE (Seefeld, BRD) handelt es sich um einen Test zum Nachweis ortsspezifischer Milchsäure auf Zahnflächen. Dabei wird die Stoffwechselaktivität kariesverursachender Bakterien nachgewiesen. Je höher die Stoffwechselaktivität dieser Bakterien im Mund des Patienten ist, um so höher ist das Kariespotential. Bei Kontakt mit Milchsäure verfärbt sich der Diagnosetest an der entsprechenden Stelle. Das Ergebnis diene laut Hersteller zur Einschätzung des ortsspezifischen Kariesrisikos und würde sich zur Kariesfrüherkennung eignen. Es ermögliche außerdem, dem Patienten anschaulich darzustellen, wo intensivere Pflegemaßnahmen notwendig sind. Clinpro™ Cario Diagnosis besteht wie herkömmliches Alginat aus Pulver und Flüssigkeit bzw. Lösung, wobei beide Anteile diagnostische Zusätze enthalten. Die Diagnoselösung ist in einem Zweikammer-Behälter enthalten, wobei obere und untere Kammer mit der jeweiligen Lösung bis zum Zeitpunkt der Verarbeitung getrennt sind. Durch Aufreißen einer Lasche und Eindrehen der unteren in die obere Kammer können beide Flüssigkeiten zusammenfließen. Die Lösung muß dann noch geschüttelt werden.

Die Zeiten für Mischen, Verarbeiten und Abbindung gelten ab Mischbeginn bei 23°C Raumtemperatur. Höhere Temperaturen beschleunigen, niedrigere verlangsamen die Abbindezeit, beeinflussen das Diagnoseergebnis jedoch nicht.

Fünf Minuten nach Entnahme aus dem Mund ist die Farbreaktion abgeschlossen. Dann können Bereiche mit Milchsäurebildung als blaue Verfärbung in der Abformung abgelesen werden.

Mischen ab Mischbeginn	Verarbeiten ab Mischbeginn	Verweildauer im Mund	Abbindung ab Mischbeginn
min:sec	min:sec	min:sec	min:sec
0:40	1:15	3:00	4:15

**Tab. 3.1:** Verarbeitungszeit nach Gebrauchsanweisung (3M ESPE)

Der Hersteller gibt an, dass auch in gewissem Umfang „Monitoring“ möglich sei, da neben der Lokalisation von Stellen erhöhter Milchsäurebildung auch deren Neubildung kontrolliert werden könne. Hierdurch können ortsspezifische prophylaktische Maßnahmen getroffen werden. In nachfolgenden Untersuchungen könne sichtbar gemacht werden, ob die Prophylaxebehandlung den gewünschten Erfolg zeige.



**Abb. 3.1:** Kontrolllösung, Diagnose-Pulver und -Lösung

## 3.2 Patientengut

Im Frühjahr der Jahre 2002 und 2003 wurden zu extrahierende Zähne manuell gereinigt, abgeformt und anschließend extrahiert. Ort der Inspektion und Extraktion waren die Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der LMU München sowie die oralchirurgische Praxis Dr. Egerer und Dr. Jonas in der Boschetsriederstraße München und die Gemeinschaftspraxis Dr. Hürzeler im Arabellapark München.

Folgende Anforderungen wurden an die Zähne gestellt:

- Füllung an einer möglichst für das Alginat gut zugänglichen Zahnfläche
- Klinisch auffällige Randspaltverfärbung und oder -defekt mit Verdacht auf Sekundärkaries
- Anstehende Extraktion des Zahnes wegen PA-Erkrankung, Fraktur, oder aufgrund der Kariesausdehnung.

Im April 2004 wurde von 3M ESPE bekannt gegeben, dass das Alginat Clinpro™ Cario Diagnosis keine Markteinführung erhält, weshalb nicht mehr als 30 Zähne gewonnen werden konnten. Ein Zahn stellte sich wegen ausgedehntem Zerstörungsgrad im Laufe der Schnittherstellung als unbrauchbar heraus, so dass effektiv 29 Zähne untersucht wurden. Dabei konnte jedoch indirekt die Fallzahl erhöht werden, da ein einzelner Zahn oftmals mehrere Füllungen aufwies oder der Verlauf der „Füllungsrandstrecke“ ausreichend lang war, um mehrere, voneinander unabhängige Stellen mit Verdacht auf Sekundärkaries untersuchen zu können.

### 3.3 Klinische Dokumentation, Befunderhebung

Es wurden patientenspezifische, zahnspezifische sowie füllungs-spezifische Daten erhoben.

#### **Patientenspezifische Daten:**

Es wurden der Name, dessen Initialen später in die Fallnummer einfluss, das Alter sowie das Geschlecht notiert. Alle Angaben der Patienten wurden vertraulich behandelt. Zur Einschätzung des allgemeinen Gebisszustandes wurde bei jedem Patienten der DFM-S-Index erhoben. Mit dem DFM-S-Index wird die Karieserfahrung eines jeden Patienten ermittelt. Bei den Seitenzähnen wurden fünf Flächen (mesial, distal, bukkal, oral, okklusal) und bei den Frontzähnen vier Flächen (die Inzisalkante wurde nicht als Fläche gezählt) erfasst. Bei einem fehlenden Seitenzahn ergeben sich damit fünf Flächen, bei einem extrahierten Frontzahn vier Flächen.

#### **Zahnspezifische Daten:**

Es wurde der Zahn, die Füllungslokalisierung (anatomische Flächenangabe), das verwendete Füllungsmaterial, sowie das durch den Patienten geschätzte Füllungsalter notiert. Darüber hinaus sollte der Patient Angaben machen, ob er über die tägliche Anwendung von Zahnpasta hinaus noch zusätzliche, regelmäßige Fluoridierungsmaßnahmen (wie fluoridhaltige Mundspülung oder -gel) ergreift. Hinsichtlich der geforderten Zahnreinigung vor der Abformung, bei der lediglich die weichen Beläge entfernt wurden, ergab sich die Frage, inwiefern harte Beläge (Zahnstein) in unmittelbarer Umgebung des Füllungsrandes das Ergebnis der Clinpro™-Abformung beeinflussen könnten. Deshalb wurde registriert, wenn harte Beläge (makroskopischer Zahnstein) am Füllungsrand verblieben waren.

**Füllungsspezifische Daten:**

Als Bewertungssystem wurden die von Ryge (1973) entwickelten und von Mc Comb (1985) und Pelka et al. (1994) modifizierten USPHS (U.S. Public Health Service)-Kriterien gewählt.

Jedes dieser Kriterien ist durch verschiedene klinische Eigenschaften charakterisiert und wurde direkt am Patienten vor der Extraktion erhoben (Übersicht in Tabelle 4.2).

Kriterium	Untersuchungsmethoden
Oberflächentextur *	Visuell und taktil
Farbanpassung	Visuell
Anatomische Form der Oberfläche *	Visuell und taktil
Anatomische Form am Übergang *	Visuell und taktil
Marginale Integrität *	Visuell und taktil
Randverfärbung *	Visuell
Integrität des Zahnes *	Visuell und taktil
Integrität des Inlays *	Visuell und taktil
Okklusion /Artikulation	Visuell (Artikulationsfolie)
Approximalkontakt	Taktil (Zahnseide)
Sensibilität	Kältetest (Dichloridfluormethan)
Gingiva	Visuell und taktil
Postoperative Beschwerden	Befragen des Patienten
Hinweise des Patienten	Befragen des Patienten

**Tab. 4.2:** Kriterien nach Ryge und Untersuchungsmethoden. Die mit \* gekennzeichneten Kriterien wurden in dieser Studie verwendet.

Die mit \* gekennzeichneten Ryge-Kriterien wurden in dieser Studie verwendet.

Da im Verlauf eines Füllungsrandes jeweils die Ausprägung der Kriterien unterschiedlich sein konnte, wurde jeweils der Abschnitt einer Füllung und deren Rand beurteilt, die später als Schnittstellen in Betracht kommen sollten. Sollte bei einem Kriterium keine eindeutige Zuweisung möglich sein, wurde im Zweifelsfall immer die schlechtere eingetragen.

Das Kriterium „Integrität Zahn“ bezieht sich auf Haarrisse, Dentinfrei- legungen oder Frakturen, die in unmittelbarer Umgebung der Füllung lokalisiert waren, und somit Eintrittspforten für Bakterien zur Bildung von Sekundärkaries darstellen. Risse oder Frakturen auf Zahnflächen ohne Füllung fanden keine Berücksichtigung.

Ebenso wurde das Kriterium „Gingiva“ nur dann berücksichtigt, wenn eine vorhandene Gingivitis oder Parodontitis tatsächlich auf einen überstehenden Füllungsrand zurückzuführen war. Konnte durch Beurteilung der übrigen Parodontien nicht ausgeschlossen werden, dass die Entzündung des Zahnhalteapparates auf eine generalisierte und nicht lokalisierte Entzündung aufgrund eines überkonturierten Füllungsrandes zustande kam, so wurde dies im Befundbogen mit einem – (Minus) gekennzeichnet.

Ein Minus wurde eingetragen bei der Beurteilung des Kriteriums der „Farbanpassung“, wenn es sich bei dem Füllungsmaterial um Amalgam handelte.

Da sich allerdings im Laufe der Studie herausstellte, dass nicht genügend Schnitte hergestellt werden konnten, um statistisch eine valide Aussage über Korrelation eines Ryge-Kriteriums und der Clinpro™-Färbung zu treffen, wurde auf eine Verwendung der Kriterien im statistischen Teil der Arbeit verzichtet. Stattdessen war es nötig auf eine einfachere Einteilung der Randverfärbung bzw. des Defektgrades am Füllungsrand zurückzugreifen. Verwendung fand daher der sog. D-Grad (D = decayed)

in Anlehnung an den DFM-S-Index für Fissuren. Der D-Grad bezeichnet dabei den Verfärbungs- bzw. Defektgrad am Füllungsrand.

### **3.4 Vorbereitung der Zähne, Abformung und Dokumentation**

Nach Inspektion wurde entsprechend der Anleitung der Zahn mittels Einmal-Zahnbürste gereinigt. Dies war notwendig, um Plaque und somit Bakterien aus lokal-assoziierten Kolonien zu entfernen. Der Hersteller empfiehlt die gleiche oder eine ähnliche Zahncreme zu verwenden, die sonst beim täglichen Putzen des Patienten Anwendung findet. Die Zahnreinigung erfolgte mit Einmal-Zahnbürsten der Firma HAGER UND WERKEN (Duisburg, BRD). Diese waren bereits mit Zahncreme imprägniert. Laut 3M ESPE können nach dem Putzen Bereiche sichtbar gemacht werden, die kariogene Prozesse aufweisen. Werden die Zähne ungeputzt diagnostiziert, färben sich die weichen Beläge. Diese Färbung sei darüber hinaus deutlich intensiver und überlagere die eigentlichen Risikobereiche. Eine gezielte Diagnose werde somit erschwert.

Durch Befragen des Patienten wurde sicher gestellt, dass innerhalb der letzten 24 Stunden vor der Abformung keine antibiotisch wirksamen Medikamente oder Mundhygiene-Mittel zur Anwendung kamen.

Der Patient spülte anschließend den Mund mit Leitungswasser aus. Nach fünf Minuten erfolgte die Abformung.

Clinpro™ Cario Diagnosis-Lösung wurde aktiviert und durch fünf Sekunden Schütteln gemischt. Die angemischte Lösung wurde dem Alginat zugegeben und innerhalb von 40 Sekunden zu einer homogenen Masse verspachtelt. Die Masse wurde in einen passenden Einmal-Teil-Abform-Löffel der Firma HEKO (Hilzingen, BRD) gegeben und in den Mund eingebracht und drei Minuten im Mund belassen. In dieser Zeit wird mit der Clinpro™ Cario Diagnosis-Kontrolllösung die Wirksamkeit des

Diagnosetests außerhalb der Mundhöhle überprüft. Dazu werden unmittelbar nach dem Einbringen der Alginatmasse in den Mund einige Tropfen der Kontrolllösung auf den Rest des angemischten Materials im Anmischbecher aufgebracht. Wenn sich das Testmaterial nach drei Minuten nicht verfärbt, dann ist der Test nicht funktionstüchtig. In diesen Fällen ist der Diagnosetest zu verwerfen, und alle Schritte werden wiederholt, was jedoch in der vorliegenden Studie nicht auftrat.

Laut Hersteller wirken die Diagnosezusätze am besten in der frisch angemischten, noch weichen Paste. Je kürzer die Mischzeit sei, und je früher der Löffel im Mund positioniert werde, umso präziser sei das Diagnoseergebnis.

Nach Entnahme aus dem Mund darf der Diagnosetest frühestens nach fünf Minuten desinfiziert werden, da erst dann die Farbreaktion abgeschlossen sei. Die Desinfektion durfte nur mit Sprühdesinfektionsmitteln auf alkoholischer Basis erfolgen.

Anschließend wurden Überschüsse an der Abformung mittels Skalpell entfernt und von der Farbreaktion im Alginat eine Dokumentation erstellt. Diese beinhaltete die Aufnahme von Fotos von den verfärbten Regionen sowie eine schriftliche Beschreibung anhand eines Zahnschemas der jeweiligen Zahnfläche (siehe Abb. 3.2). Dabei wurden Intensität und Lokalisation der Farbreaktionen in einer Skizze protokolliert.

**Dokumentationsbogen für  
Clinpro™ Cario Diagnosis - Abformung**

**Zahn: Prämolaren-Schema**

Patient:

Füllungsmaterial: Am – Ko – GlZ  
Zahnstein: ja - nein  
Notizen:

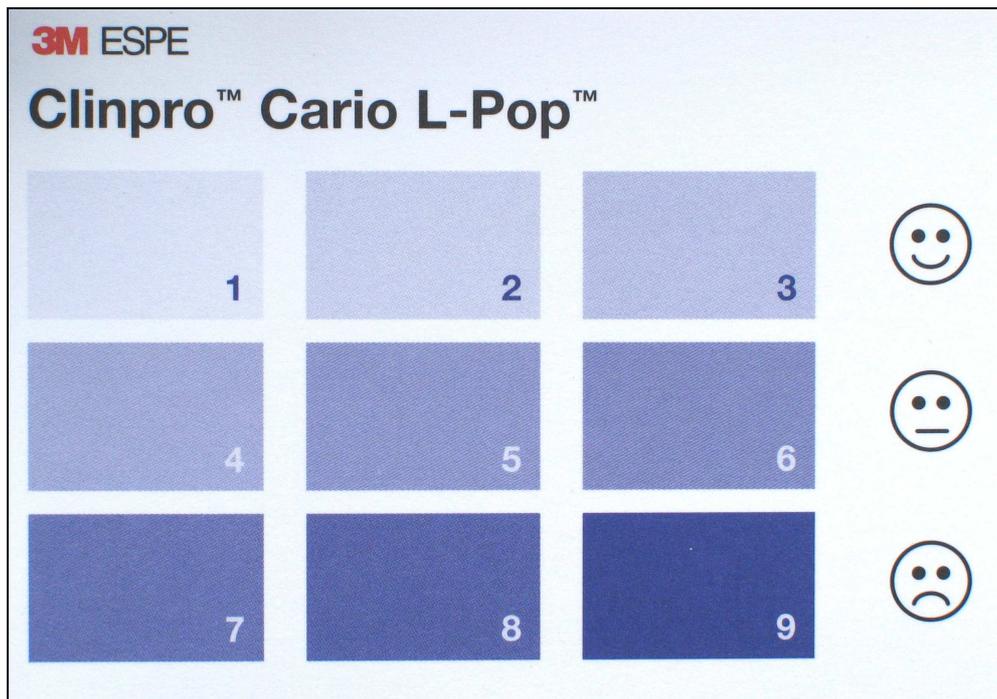
**Abb. 3.2:** Beispiel eines Dokumentationsbogens für einen Prämolaren

Zur Anwendung kam eine manuelle Spiegelreflex-Kamera der Firma CONTAX Typ 167MT mit Makro-Objektiv (Carl Zeiss, Makro-Planar 1:2,8 f = 60mm) und Konverter (Kenko, CX Teleplus MC4, 2fach), die Abbildungen von bis zu zweifacher Vergrößerung ermöglicht. Als Hilfsmittel zur Belichtung diente ein synchronisierter Doppel-Blitz mit

schwenkbaren Auslegern. Als Aufnahmematerial dienten Diafilme der Firma KODAK Typ Elite CHROME, ISO 100. Sporadisch konnte eine Digital-Kamera der Firma CANON Typ Powershot G2 mit Makrolinse (Canon, Close-Up Linse 250d), Adapter (Canon, LA-DC 58) und einem Ringblitz (Canon, Macro Ring-Lite Blitz MR 14 EX) verwendet werden, womit eine unmittelbare Kontrolle von Belichtung, Schärfe und Wiedergabe der Farbreaktionen möglich war. Die Dia-Aufnahmen wurden mittels Dia-Scanner der Firma CANON Typ Canoscan FS 2710 mit einer maximalen Scan-Auflösung von 1360 dpi und 24 bit Farbauflösung digitalisiert und archiviert. Da die Farbreaktionen zumeist sehr schwach und sich oft im Belichtungsschatten des Doppelblitzes der manuellen SLR-Kamera befanden, war die Auswertung allein anhand der Dias sehr erschwert. Die exakte schriftliche Dokumentation von Intensität und Lokalisation des Farbsignals anhand der schematisierten Skizze stellte sich daher als wertvoll heraus.

Der Hersteller 3M ESPE empfiehlt zur Bestimmung der Intensität des Farbsignals ein Referenz-Blatt mit neun-stufiger Einteilung der Farbintensität (siehe Abb. 3.3). Für die Auswertung der Farbsignale musste eine Vergrößerung dieses Schemas erfolgen. Dies war erforderlich zum Einen aus statistischen Gründen, da ja die Zahl der Abformungen begrenzt war. Zum Anderen schien aus Gründen der nicht objektivierten Einflüsse wie Umgebungslicht, Feuchtigkeit der Abformung und subjektive Farbempfindung des Untersucherauges eine detailliertere Aufschlüsselung nicht legitim. Es kam deshalb eine dreistufige Aufteilung zum Einsatz, wie sie zu Beginn auch von 3M ESPE empfohlen wurde:

- Grad 0: kein Signal erkennbar
- Grad 1: schwaches Signal (entspricht Signalstärke 1-4 der Referenz)
- Grad 2: starkes Signal (entspricht Signalstärke 5-9 der Referenz)



**Abb. 3.3:** Farbschlüssel (Referenz) des Herstellers zur Bewertung des Kariesrisikos

### 3.5 Fotodokumentation der extrahierten Zähne

Um eine lückenlose Dokumentation der geschnittenen Zahn- bzw. Füllungsflächen zu gewährleisten wurden alle Zähne vor dem Schneiden jeweils von oral, bukkal, mesial, distal und okklusal fotografiert und archiviert. Hierbei kam eine Digitalkamera der Firma FUJI Typ Finepix S1Pro mit Makro-Objektiv, das eine 1:1-Abbildung ermöglichte zum Einsatz. Die Belichtung erfolgte am Repro-Tisch mit Hilfe von Tageslicht-Lampen. Die Dokumentation war notwendig, da die Zähne zum Schneiden in Technovit (Heraeus Kulzer, Hanau, BRD) eingebettet wurden und damit die Zahnflächen optisch nicht mehr frei zugänglich waren.

Als letzter Schritt vor der Schnitt-Herstellung wurden anhand der Clinpro™-Dokumentation und des klinischen Erscheinungsbildes der

Zähne für jeden Zahn vorab Schnittstellen im Verlauf der Füllungsänder ausgewählt.

Dabei wurden folgende Kombinationen von klinischem Erscheinungsbild und dem Farbsignal der Clinpro™-Abformung berücksichtigt:

- Klinisch auffällige Ränder mit korrespondierend positivem Farbsignal der Clinpro™-Abformung
- Klinisch unauffällige Ränder mit korrespondierend positivem Farbsignal der Clinpro™-Abformung
- Klinisch auffällige Ränder ohne korrespondierend positivem Farbsignal der Clinpro™-Abformung

Für jede dieser Schnittstellen wurde der D-Grad (D=decayed) des DMF-S-Indexes nach Marthaler (1966) erhoben, die Art des angrenzenden Füllungsmaterials notiert sowie evtl. vorhandene nicht entfernbare harte Beläge (makroskopischer Zahnstein) registriert. Der D-Grad ist ein klinisch einfach anwendbares Hilfsmittel um das klinische Erscheinungsbild einer Fissur hinsichtlich ihres Verfärbungsgrades oder der Größe eines Oberflächendefekts beurteilen zu können. Da festgestellt wurde, dass Sekundärkaries im klinischen Erscheinungsbild einer Fissurenkaries in vielerlei Hinsicht ähnelt (Kidd et al. 1989), wurde die Einteilung des D-Grads auf den Randspalt übertragen.

Folgende Einteilung wurde angewandt:

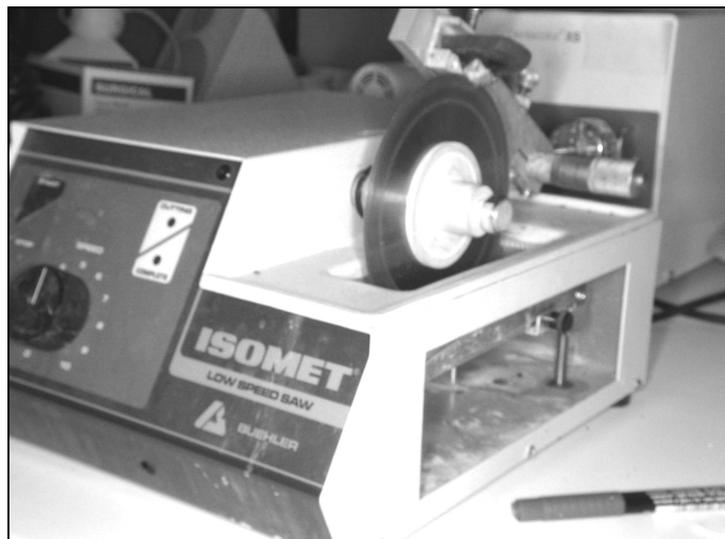
- D-Grad 0: gesund
- D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreidiger Rand (in Fissur oder Grübchen)
- D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
- D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
- D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

Mit D-Grad 4 wurden auch Randspalte gewertet, die in ihrem Verlauf über eine Strecke länger als zwei Millimeter hinweg deutlich sonderbar und in ihrer Breite senkrecht zum Füllungsrand jedoch kleiner als zwei Millimeter waren.

### 3.6 Schnittherstellung

Die Zähne wurden vor dem Schneiden in Technovit (Heraeus Kulzer, Hanau, BRD) eingebettet. Dies garantierte eine sichere Fixation aller Füllungsanteile, deren Fragmente nach dem Schneiden sonst verloren gegangen wären. Bei einigen Zähnen konnte auf diese Maßnahme (z. B. Komposit-Füllungen) verzichtet werden. Um geeignete „Zahn-Kunststoff-Blöcke“ herzustellen, wurde ein Model aus Silikon hergestellt, das entsprechende blockförmige Vertiefungen aufwies. Um eine blasenfreie Einbettung zu ermöglichen wurde ein herkömmlicher Rüttler und Drucktopf aus dem zahntechnischem Labor verwendet.

Anschließend wurden die Zahn-Kunststoff-Blöcke an ausgewählten Stellen mittels Diamant-Säge der Firma BUEHLER (Düsseldorf-Hassels, BRD) Typ Isomet geschnitten (siehe Abb. 3.4).



**Abb. 3.4:** ISOMET-Säge

Die Blöcke wurden auf einem Kunststoffträger mit thermoplastischen Material der Firma KERR (Orange, Kalifornien, USA) so fixiert, dass die Schnittführung immer senkrecht zum Füllungsrand erfolgen konnte. Es wurden je nach Lokalisation Längs-, Quer- und Horizontalschnitte durchgeführt. Die Diamant-Scheibe wies eine Schnittbreite von 300 µm auf. Da die meisten der ausgewählten Läsionen bei „direktem“ Sägen nicht mehr deutlich im Schnittbild darstellbar gewesen wären, wurde darauf geachtet, dass die Läsionen „angeschnitten“ und nicht „durchgeschnitten“ wurden. Damit war auch die Darstellung von Läsionen mit kurzer Verlaufsstrecke am Füllungsrand möglich, und der „Verschnitt“ konnte niedrig gehalten werden.

### **3.7 Auswertung der Schnittflächen**

Die Schnittflächen der Blockpräparate wurden als nächstes fotografiert. Dies erfolgte in Anlehnung an die Fotodokumentation der nicht geschnittenen Flächen im Maßstab 1:1 ebenfalls am Reprotisch.

Da im Rahmen dieser Arbeit auf die Anfertigung histologischer Dünnschliff-Präparate verzichtet werden sollte, stellte sich die Frage nach einem sinnvollen Alternativ-Verfahren, das weniger aufwendig, aber dennoch eine legitime Aussage über Demineralisationsgrad oder Bakterieninfiltration zulässt. Die Wahl fiel auf ein von Fusayama entwickeltes Verfahren, bei dem Propylenglykol zur Anwendung kommt. Propylenglykol kann aufgrund seiner Molekülgröße in durch Demineralisierung vergrößerte Poren eindringen und dabei einen Farbstoff „mitnehmen“. Dabei kommt es auf die Porengröße an, ob es tatsächlich zur Penetration kommt oder nicht. Nach Ansicht Fusayamas können Poren kleineren Durchmessers remineralisieren während größere, penetrationsfähige Poren meist auch von Bakterien besiedelt sind.

Obwohl dieses Verfahren eigentlich entwickelt wurde, um „kariös verändertes“ Dentin von „infiziertem“ Dentin unterscheiden zu können, kann dieses Verfahren aufgrund des Prinzips erweiterter Poren sowohl Dentin als auch Schmelzkaries detektieren. Zwar kann nicht jeder White Spot zuverlässig reproduzierbar angefärbt werden, jedoch lassen sich jene nicht anfärbbaren Läsionen auch im Auflicht-Mikroskop für diese Untersuchung im ausreichenden Maße nachvollziehen. Zur Anwendung kam das Produkt Karies-Marker von VOCO (Hamburg, BRD). Die Schnittflächen wurden mit einem getränkten Schaumstoff-Pellet fünf Sekunden lang einmassiert, anschließend wurden mit Wasserspray Überschüsse beseitigt.

Zur Darstellung des nicht-gefärbten und anschließend gefärbten Füllungsrandes im Auflicht musste ein kleinerer Bildausschnitt gewählt werden als es das oben erwähnte Makro-Objektiv erlaubte. Deshalb wurde ein Fotomikroskop der Firma ZEISS verwendet. Je nach Ausdehnung der Sekundärkaries kamen dabei zwei Vergrößerungen zum Einsatz:

**Oberflächliche Läsionen** (ca. Ausdehnung bis zur Schmelz-Dentin-Grenze):

Vergrößerung Objektiv:	2,0-fach
Vergrößerung Kamera-Okular:	2,5-fach
Gesamt-Vergrößerung:	5,0-fach

**Tiefere Läsionen** (ca. Ausdehnung über Schmelz-Dentin-Grenze hinaus):

Vergrößerung Objektiv:	1,0-fach
Vergrößerung Kamera-Okular:	2,5-fach
Gesamt-Vergrößerung:	2,5-fach

Mittels einer an das Mikroskop angeschlossenen Digitalkamera der Firma FUJI (Tokio, Japan) Typ Finepix S1Pro und einer Steuerungs-Software

konnte via Laptop von der jeweiligen Läsion vor und nach der Anfärbung ein Foto erstellt werden.

Anschließend wurden die angefärbten Läsionen mit Hilfe des Programms ImageJ (National Institutes of Health, USA) am PC vermessen. Dieses Programm erlaubt eine exakte Streckenmessung über die Pixelzahl. Zur Umrechnung in das metrische System wurde für beide Vergrößerungen des Fotomikroskops jeweils ein Referenzbild geschossen. Als Referenz diente Millimeter-Papier der Firma STAUFEN (Wurmlingen, BRD). Damit war eine Umrechnung der Pixelzahl in Mykrometer möglich. Gleichzeitig wurde jedes Präparat im Bereich der Füllung mit der Diamantscheibe des Geräts ISOMET „angeritzt“, um dem Betrachter einen Größenvergleich zu ermöglichen.

Bei der Vermessung wurde die Ausdehnung in  $\mu\text{m}$  an der Zahnoberfläche berücksichtigt. Dies erschien sinnvoll, da dieser Bereich direkt in Kontakt mit dem Clinpro™ Cario Diagnosis-Material stand. Die Festlegung des Anfangs- und des Endpunktes der Messstrecke erfolgte folgendermaßen:

Anfangspunkt: Übergang von Füllung zu Zahn

Endpunkt: Übergang von veränderter zu nicht veränderter  
Zahnhartsubstanz

Bei gebogenem Verlauf musste eine Zerlegung der Messstrecke in Fragmente erfolgen, die anschließend addiert wurden. Oft kam es vor, dass erst jetzt Zahnstein unter dem Fotomikroskop sichtbar wurde (mikroskopischer Zahnstein), der den Füllungsrandspalt bzw. die kariöse Läsion tangierte oder bedeckte. In diesen Fällen wurde auch dieser Zahnstein, weil er mit dem Alginat in Kontakt stand, als „Kontaktstrecke“ mit vermessen.

Die Ausdehnung in die Tiefe wurde in Anlehnung an das von Curilovic et al. (1983) entwickelte radiologische Schema ausgewertet, und von zwei erfahrenen Klinikern überprüft:

Grad 1: Läsion auf äußere Schmelzhälfte begrenzt

Grad 2: Läsion bis einschließlich innere Schmelzhälfte

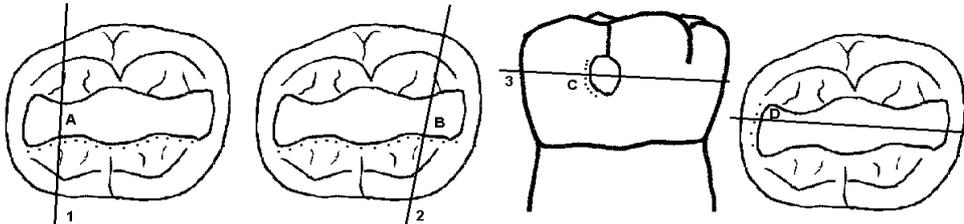
Grad 3: Läsion bis einschließlich äußere Dentinhälfte

Grad 4: Läsion bis einschließlich innere Dentinhälfte / Pulpanähe

Nach Erhebung aller Daten wurde von jedem Fall ein Protokoll erstellt (siehe Anhang). Dieses Protokoll umfasste im einem Teil die erhobenen patientenspezifischen, zahnspezifischen und füllungsspezifischen Daten (Ryge-Kriterien) in tabellarischer Form. In einem weiteren Teil des Protokolls wurde das klinische Erscheinungsbildes (D-Grad) sowie das Ergebnis des Laktatnachweises und die Kariesformation im Schnittpräparat in ein Zahnschema übertragen (siehe Abb. 3.5). Dadurch wird für den nicht eingearbeiteten Anwender auf Anhieb ein auf die relevanten Lokalisationen konzentrierter Vergleich von klinischem Erscheinungsbild und Farbsignal sowie tatsächlicher Karies-Ausprägung möglich. War bereits mit bloßem Auge Zahnstein am Füllungsrand zu erkennen, wurde dies mit „ZST“ in der Zeile „Fllg.Material:“ mitvermerkt. War erst unter dem Fotomikroskop Zahnstein feststellbar, wurde dies in der Zeile „C-Grad“ eingetragen (siehe Abb. 3.5).

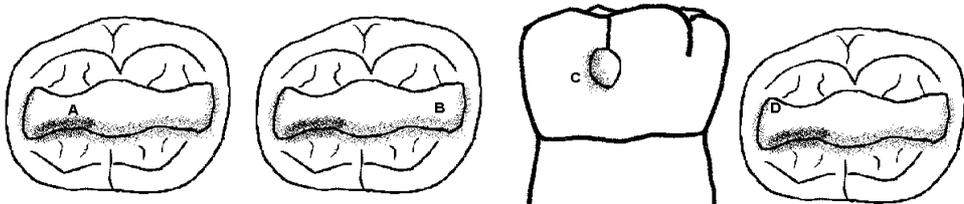
Fall: 19/H/37

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**



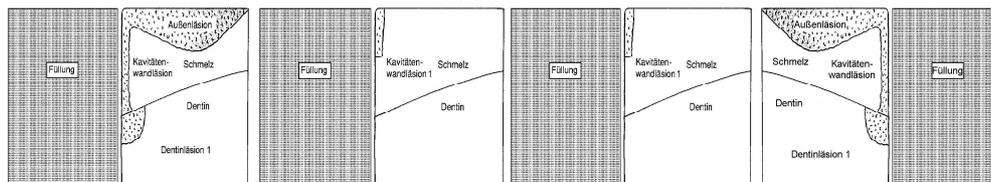
Klin. D-Grad: A: D1                      B: D1                      C: D2                      D: D1  
 Flg. Material: A: Am / ZST              B: Am / ZST              C: Am                      D: Am / ZST

**Clinpro™ Cario Diagnosis - Dokumentation:**



Färbungsgrad: A: 2                      B: 1                      C: 1                      D: 1  
 Notiz:                      Abformfläche über Füllung abschnittsweise positiv (Färbungsgrad 1 und 2)

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad:                      A: C3 / ZST                      B: C1 / ZST                      C: C1                      D: C3 / ZST  
 Kontaktstrecke: A: 1065 µm              B: 449 µm                      C: 72 µm                      D: 1166 µm

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:

Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreidiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

Abb. 3.5: Beispiel für eine Falldokumentation nach Schnitttherstellung

### 3.8 Statistische Auswertung

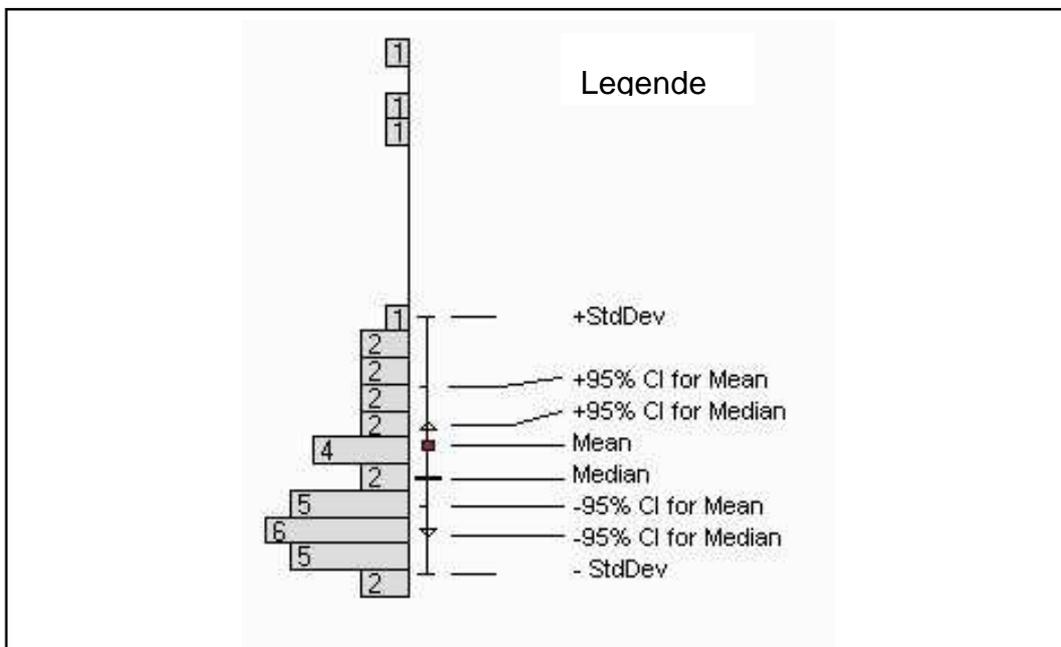
Entsprechend dem orientierenden Charakter der Untersuchung wurde das Signifikanz-Niveau auf  $\alpha = 0,05$  festgesetzt.

In der vorliegenden Untersuchung wurde zur Überprüfung von Korrelationen zwischen zwei Variablen der Tau-Wert nach Kendall ermittelt, da es sich bei den Daten um ordinale Werte handelte. Dabei konnte jeweils die Exakte Signifikanz ermittelt werden. Für jede Korrelation wurden die Werte in ein Streudiagramm eingetragen und die dazugehörige Ausgleichsgerade ermittelt. Auf die Interpretation der zu jeder Ausgleichsgeraden zugehörigen Steigung und Achsenschnittpunkt wurde verzichtet, da es sich bei den eingetragenen Koordinaten um ordinale Werte handelt.

Zur Sicherung der Kontraste zwischen einzelnen Gruppen wurde als Post-Hoc-Test der sog. LSD-Test (Least Significance Difference) durchgeführt. Der LSD-Test teilt alle Gruppen in gewisse Gruppen-Klassen (Cluster) ein (z.B. A oder B oder C) deren Mitglieder sich untereinander auf dem 5 Prozentniveau nicht voneinander trennen lassen. Die Gruppen in der Klasse A unterscheiden sich aber von denen in der Klasse B, sie bilden einen Kontrast auf dem 5 Prozentniveau. Zur Darstellung der Verteilung der erhaltenen Werte wurden abgewandelte Balken-Diagramme verwendet, die auch die Verteilung innerhalb einer Gruppe widerspiegeln. Zur Sicherung von Unterschieden von mehr als zwei Gruppen wurde die Varianzanalyse (AOV) benutzt. Die Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS Vers. 13.0. Die Grafiken wurden mit einem Grafik-Programm von Dr. Hamm, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der LMU München, erstellt.

In den abgewandelten Balkendiagrammen (siehe auch Abb. 3.6) sind folgende Maßzahlen angegeben:

- N.....Stichprobenumfang  
 Mean.....Mittelwert; in Klammern: symmetrischer 95 %-Vertrauensbereich  
 StdDev.....Standardabweichung  
 Median.....Median; in Klammern: asymmetrischer 95 %-Vertrauensbereich  
 Gauss.....Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest auf Gauss'sche Normalverteilung  
 LSD-Class.....Post-Hoc-Test (Least Significance Difference) auf Kontraste (p = 0.05)  
 Group.....Gruppenname (evl. mit Untergruppierung)



**Abb. 3.6:** Beispiel für ein Balkendiagramm mit den wichtigsten Beschriftungen

Einige der erhobenen Daten wie die Fluorid-Anamnese, die Art des Füllungsmaterials oder auch die Differenzierung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Zahnstein konnten in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt werden, da für die einzelnen Untergruppen (zum Beispiel Komposit-Restaurationen) zu wenig Fälle vorhanden waren.

Da davon auszugehen war, dass Zahnstein Einfluss auf die Aussagekraft der Clinpro™ Cario Diagnosis-Abformung hat, wurden alle Streu- und

Balkendiagramme einmal unter Vernachlässigung des Zahnsteins am Füllungsrand ermittelt und einmal unter Ausschluss all dieser Fälle. So konnte überprüft werden, ob Zahnstein auf die Stärke der Korrelation Einfluss hat.

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Stichprobenumfang**

#### **Patientenpopulation und Zahnstatus**

In der vorliegenden Studie wurden 30 Zähne von 19 Patienten im Alter von 27 bis 74 Jahren verwendet. Unter den Patienten waren sechs weiblich und 13 männlich. Das Durchschnittsalter lag bei  $53,4 \pm 14,3$  Jahren. Ein Zahn stellte sich wegen ausgedehntem Zerstörungsgrad im Laufe der Schnittherstellung als unbrauchbar heraus, sodass effektiv 29 Zähne Verwendung fanden, an denen insgesamt 74 Füllungsrän­der untersucht wurden.

Der erhobene DFM-S-Index schwankte zwischen 25 und 128. Der Mittelwert lag bei  $78,9 \pm 29,9$  Flächen. Fünf Patienten gaben an, dass sie in der häuslichen Mundpflege zusätzlich regelmäßig Fluorid-haltige Präparate verwenden.

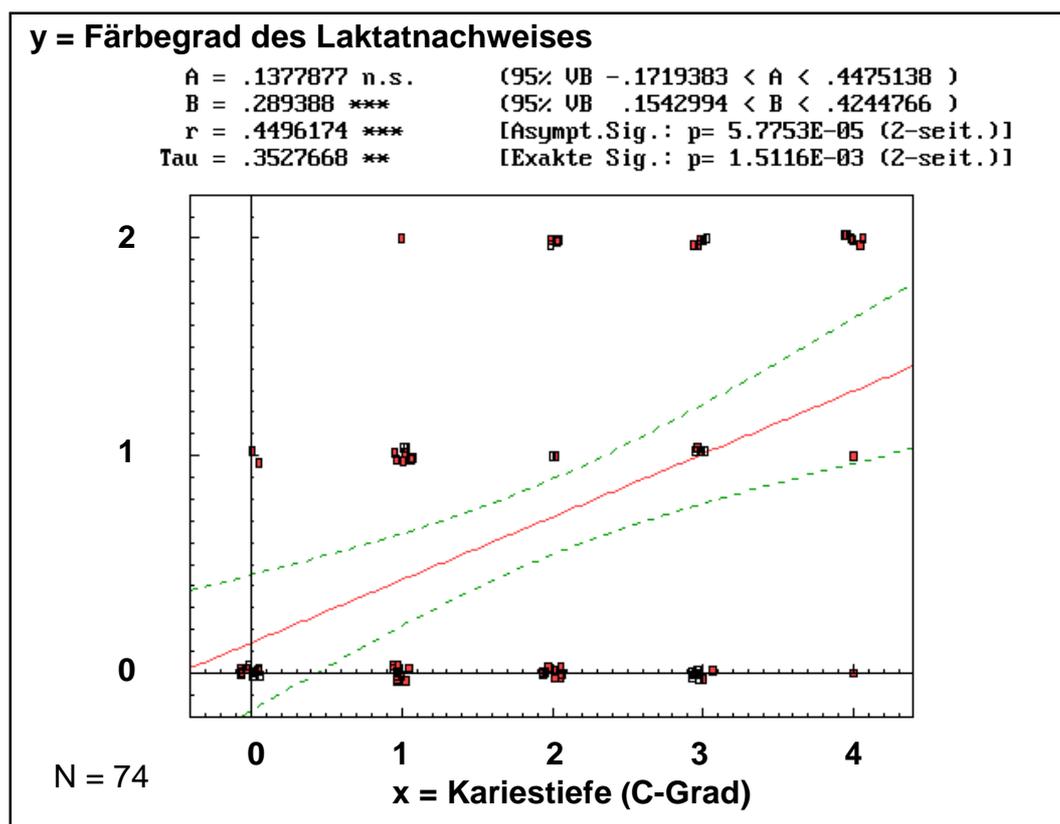
#### **Untersuchtes Zahnmaterial**

Insgesamt standen zur Schnittherstellung 24 Molaren, vier Prämolaren, und ein Frontzahn zur Verfügung. Bei 32 Füllungen handelte es sich um Amalgam, bei acht Füllungen um Komposit und bei drei Füllungen um Glasionomerezement. Das Füllungsalter wurde von den Patienten abgeschätzt und bewegte sich in Kategorien von unter 1,5 bis zu 20 Jahren. Das durchschnittliche, geschätzte Füllungsalter lag bei  $9,7 \pm 5,1$  Jahren.

## 4.2 Zusammenhänge zwischen Laktatnachweis und Kariestiefe (C-Grad)

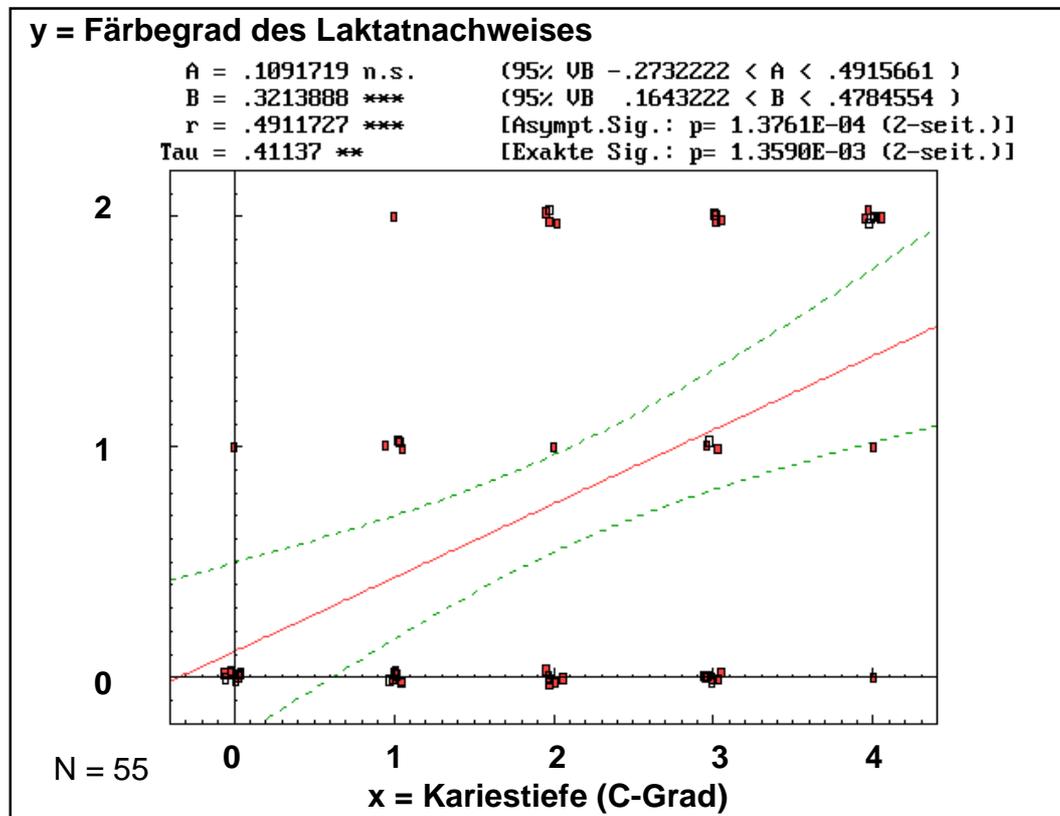
### Korrelation von Färbegrad und Kariestiefe (C-Grad)

Zur Darstellung der Korrelation wurden die erhobenen Daten der Kariestiefe (C-Grad) mit dem Färbegrad in ein Streudiagramm (siehe Abb. 4.1) eingetragen und die Ausgleichsgerade mit 95 %-Vertrauensbereich (gestrichelte Hyperbeln) ermittelt, jeweils einmal unter Vernachlässigung und einmal unter Ausschluss von vorhandenem Zahnstein am Füllungsrand. In beiden Fällen lag eine positive Korrelation zwischen Färbegrad und Kariestiefe (C-Grad) vor.



**Abb. 4.1:** Korrelation des Färbegrads des Laktatnachweises und der Kariestiefe (C-Grad). Alle Fälle mit Zahnstein wurden miteinbezogen (N = 74).

Der Korrelationskoeffizient nach Kendall (siehe Abb. 4.1) betrug Tau = 0,35 und war hoch signifikant ( $p \leq 0,002$ ).



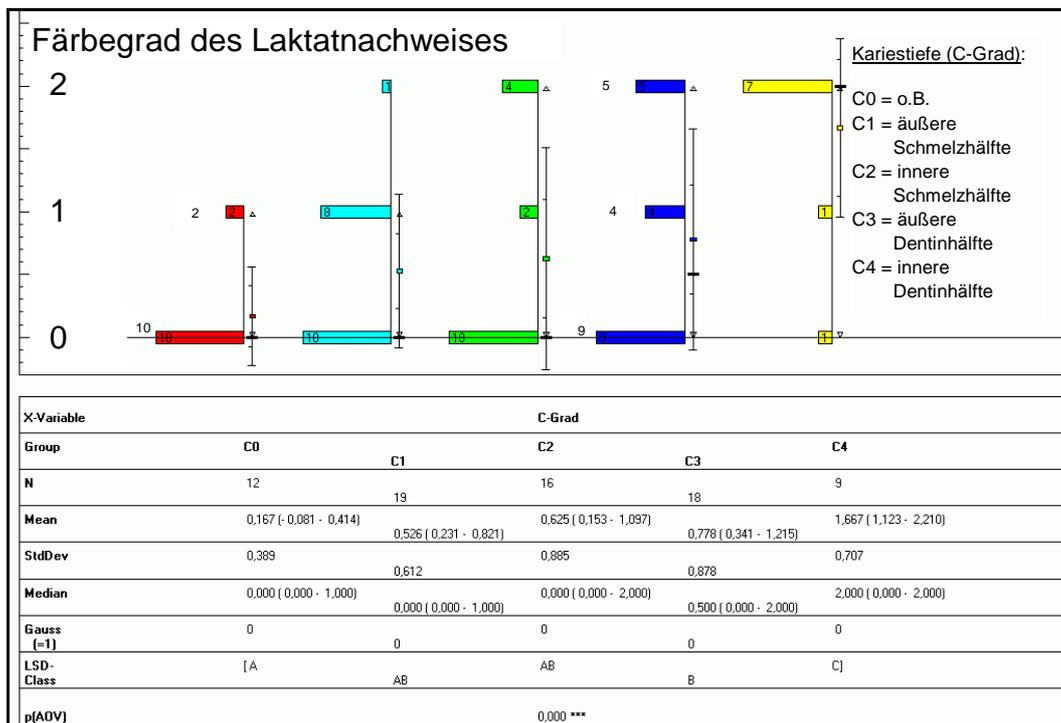
**Abb. 4.2:** Korrelation der Färbegrads des Laktatnachweises und der Kariestiefe (C-Grad). Alle Fälle ohne Zahnstein (N = 55).

Der Korrelationskoeffizient fiel bei Ausschluss von Zahnstein höher aus (Abb. 4.2) und betrug 0,41 und war ebenfalls hoch signifikant ( $p \leq 0,001$ ).

### **Verteilung der Verfärbung des Laktatnachweises bei verschiedenen Kariestiefen (C-Grad)**

Zur Darstellung der Verteilung der Verfärbung zur Kariestiefe (C-Grad) wurden abgewandelte Balken-Diagramme verwendet, die die Verteilung innerhalb einer Gruppe widerspiegeln (Abb. 4.3). Der Durchschnittswert der Verfärbung betrug für die Gruppe mit kariesfreien Füllungsrandern (C-Grad 0) 0,17 ( $\pm 0,39$ ). Für die Gruppen, deren Füllungsrandern entweder in

äußerer oder innerer Schmelzhälfte (C-Grad 1 und 2) oder in der äußerer Dentinhälfte kariös waren (C-Grad 3), wurde ein Mittelwert zwischen 0,53 ( $\pm 0,61$ ) und 0,78 ( $\pm 0,88$ ) gefunden. Bei Füllungsrändern mit Karies bis in die innere Dentinhälfte (C-Grad 4) wurde ein mittlerer Färbegrad von 1,67 ( $\pm 0,71$ ) gefunden. Damit ergab sich bei Penetration der Karies bis in die innere Dentinhälfte mit hoher Zuverlässigkeit eine deutliche Farbreaktion.

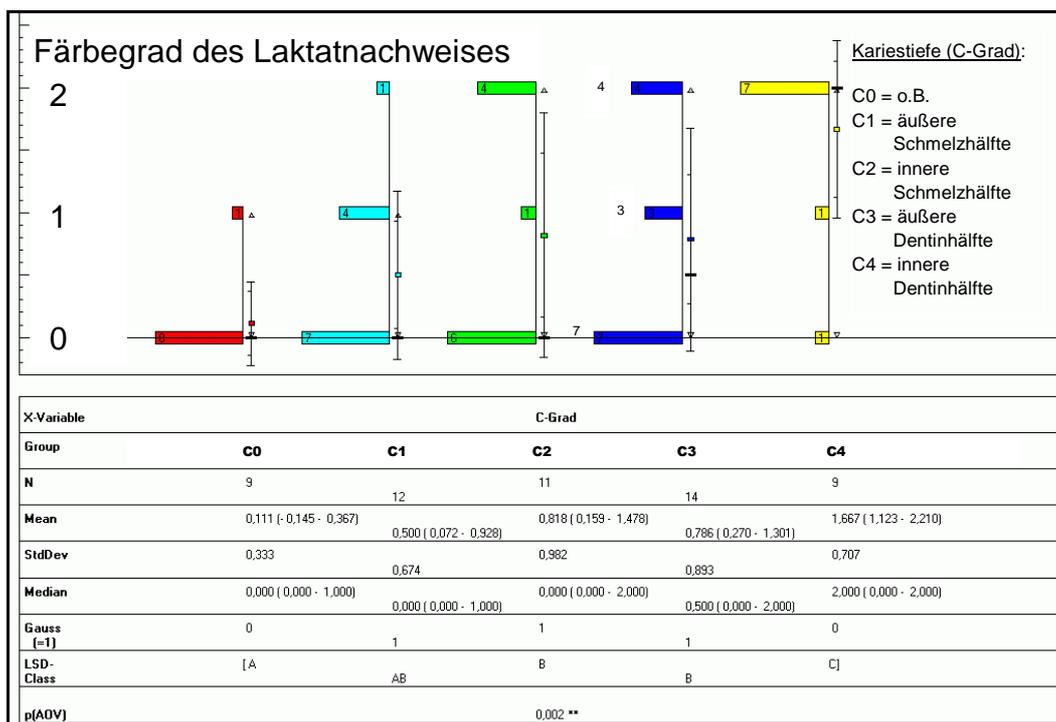


**Abb. 4.3:** Verteilung des Färbegrads zur Kariestiefe (C-Grad). Alle Fälle mit Zahnstein wurden miteinbezogen (N = 74).

Wie Abb. 4.3 ferner zeigt, wurden mit Hilfe des LSD-Tests für die Gruppe mit kariesfreien Füllungsrändern (C-Grad 0) sowie für Ränder mit Karies bis in die äußere und innere Dentinhälfte (C-Grad 3 und 4) drei Klassen A, B und C gefunden, die sich auf dem 5 Prozentniveau unterschieden. Färbungen bei Karies bis in die äußere Schmelzhälfte (C-Grad 1) und innere Schmelzhälfte (C-Grad 2) konnten dagegen nicht in Klassen, die sich auf dem 5 Prozentniveau unterschieden, unterteilt werden. Jedoch

unterschieden sich Färbungen der äußeren und inneren Schmelzhälfte (C-Grad 1 und 2) von Färbungen der inneren Dentinhälfte (C-Grad 4) signifikant.

Abb. 4.4 zeigt die Verteilung der Verfärbung für alle Fälle, die keinen Zahnstein am Füllungsrand aufwiesen. Bei intakten Füllungsrandern (C-Grad 0) wurde ein Mittelwert von 0,11 ( $\pm$  0,33) gefunden. Die Mittelwerte für Füllungsrandern mit Karies bis in die äußere Dentinhälfte (C-Grad 1, 2, 3) variierten zwischen 0,50 ( $\pm$  0,67) und 0,82 ( $\pm$  0,98). Für Füllungsrandern mit Karies bis in die innere Dentinhälfte (C-Grad 4) wurde für den Färbegrad ein Mittelwert von 1,67 ( $\pm$  0,71) gefunden. Dies entspricht dem Mittelwert aus Abb. 4.3 für Fälle mit Zahnstein.



**Abb. 4.4:** Verteilung des Färbegrads zur Kariestiefe (C-Grad). Alle Fälle ohne Zahnstein (N = 55).

Mit Hilfe des LSD-Tests konnten auch unter Ausschluss von Zahnstein für die Gruppe der gesunden Füllungsrän­der (C-Grad 0) sowie für Ränder mit Karies bis in die innere Schmelzhälfte (C-Grad 2), äußere und innere Dentinhälfte (C-Grad 3 und 4) drei Klassen A, B und C gefunden werden, die sich signifikant voneinander unterschieden ( $p \leq 0,05$ ).

Färbungen in der Gruppe der Füllungs­rän­der mit Karies bis in die äußere Schmelzhälfte (C-Grad 1) konnten dagegen in keine Klasse auf dem 5 Prozentniveau eingeordnet werden (siehe Abb. 4.4). Jedoch unterschieden sich Färbungen der äußeren Schmelzhälfte (C-Grad 1) von Färbungen der inneren Dentinhälfte (C-Grad 4) signifikant.

### Überprüfung der diagnostischen Güte des Laktatnachweises

In einer Vierfelder-Tafel wurde die Verfärbung des Laktatnachweises mit der Kariestiefe untersucht. Bei dem Laktatnachweis wurden die Werte umgeformt in keine Verfärbung (0) oder Verfärbung (1). Beim Kariesbefall fand eine Umformung in keine Karies (C-Grad 0) oder das Zusammenfassen in positiven Kariesbefund (C-Grad 1-4) statt:

	Karies negativ	Karies positiv	Gesamt
Laktatnachweis negativ	10 (Feld a)	30 (Feld b)	40
Laktatnachweis positiv	2 (Feld c)	32 (Feld d)	34
Gesamt	12	62	74

**Tab. 4.1:** Vierfelder-Tafel mit den Variablen „Verfärbung des Laktatnachweises“ und „Karies“

Aus dieser Vierfeldertafel wurden nun unter anderem der Konkordanzkoeffizient Kappa, die Sensitivität und Spezifität, der positive und negative Vorhersagewert, das Likelihood Ratio und das Odds Ratio mit 95 % -Vertrauensbereich ermittelt:

---

Konkordanz-Koeffizient Kappa	=	0,180
Sensitivität	=	51,6 %
Spezifität	=	83,3 %
Prävalenz	=	83,8 %
Positiver Vorhersagewert	=	25,0 %
Negativer Vorhersagewert	=	94,1 %
Likelihood Ratio LR(+)	=	3,080
Likelihood Ratio LR(-)	=	0,581
OddsRatio	=	5,333 (95 %VB = 1.079 ... 26.359)

### **Kappa-Koeffizient**

Der Kappa-Koeffizient nach Cohen ist ein Maß für die zufallskorrigierte Übereinstimmung zweier Beurteiler oder zweier Testverfahren die am selben Objekt vorgenommen werden. Für obige Tabelle ergab sich ein Kappa-Wert von 0,18, d.h. eine schwache Übereinstimmung zwischen der Färbung des Laktatnachweises und der Kariestiefe (C-Grad).

### **Sensitivität und Spezifität**

Die Sensitivität des Laktatnachweises, betrug 32 von 62 also 51,6 %.

Die Spezifität lag bei 10 von 12 also 83,3 %. Die Prävalenz kariöser Läsionen am Stichprobenumfang betrug 83,8 %.

### **Positiver und negativer Vorhersagewert**

Der positive Vorhersagewert oder prädiktive Wert für positive Testresultate gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass eine kariöse Läsion tatsächlich vorliegt, falls ein positives Laktat-Signal vorhanden ist. Diese lag bei 25 %. Umgekehrt gibt der negative Vorhersagewert oder prädiktive Wert des negativen Testresultates die Wahrscheinlichkeit an, dass eine gesunde Läsion vorliegt, falls ein negatives Laktat-Signal vorhanden ist. Diese lag bei 94,1 %.

**Positive und negative Likelihood Ratios**

Für das positive Likelihood Ratio LR(+) ergab sich ein Wert von 3,080, d.h. die Wahrscheinlichkeit für ein positives Testresultat unter den kariösen Läsionen ist ca. dreimal so hoch wie unter den Gesunden. Das negative Likelihood Ratio LR(-) wurde mit 0,581 ermittelt, d.h. die Wahrscheinlichkeit, für einen gesunden Füllungsrand ein negatives Testresultat zu beobachten, ist 1,7mal so hoch wie die Wahrscheinlichkeit, für eine kariöse Läsion ein negatives Testresultat zu erhalten.

**Odds Ratio**

Eine statistische Kenngröße für die Effizienz bzw. Brauchbarkeit eines Testverfahrens ist das sog. Odds Ratio, was Chancen bzw. Risiken für richtige bzw. falsche Zuordnungen für die Gruppen der kariösen und nicht-kariösen Läsionen angibt. Schließt der 95 %ige -Vertrauensbereich des Odds Ratio den Wert 1 nicht ein, so ist das Verfahren als brauchbar zu bezeichnen. Bei einem idealen Testverfahren gibt es keine falsch positiven und keine falsch negativen Einstufungen, d.h. die zugehörigen Felder b und c in einer Vierfelder-Tafel sind leer. Sind diese Felder besetzt, so ist die Chance (Odds) für das Vorhandensein eines Laktatnachweis-Wertes von 0 (im Verhältnis zum Wert 1) in der Gruppe der nicht-kariösen Läsionen (d.h. Felder a und c)  $a/c = 10/2$ . Andererseits ist die Chance (Odds) für das Vorhandensein eines Laktatnachweis-Wertes von 0 im Verhältnis zum Wert 1 in der Gruppe der kariösen Läsionen (d.h. Felder b und d)  $b/d = 30/32$ .

Das Verhältnis dieser Chancen bzw. Odds ist das Odds Ratio OR. Es ergab sich ein Wert von 5,33:

$$OR = (a/c) : (b/d) = (10/2) : (30/32) = 5,33$$

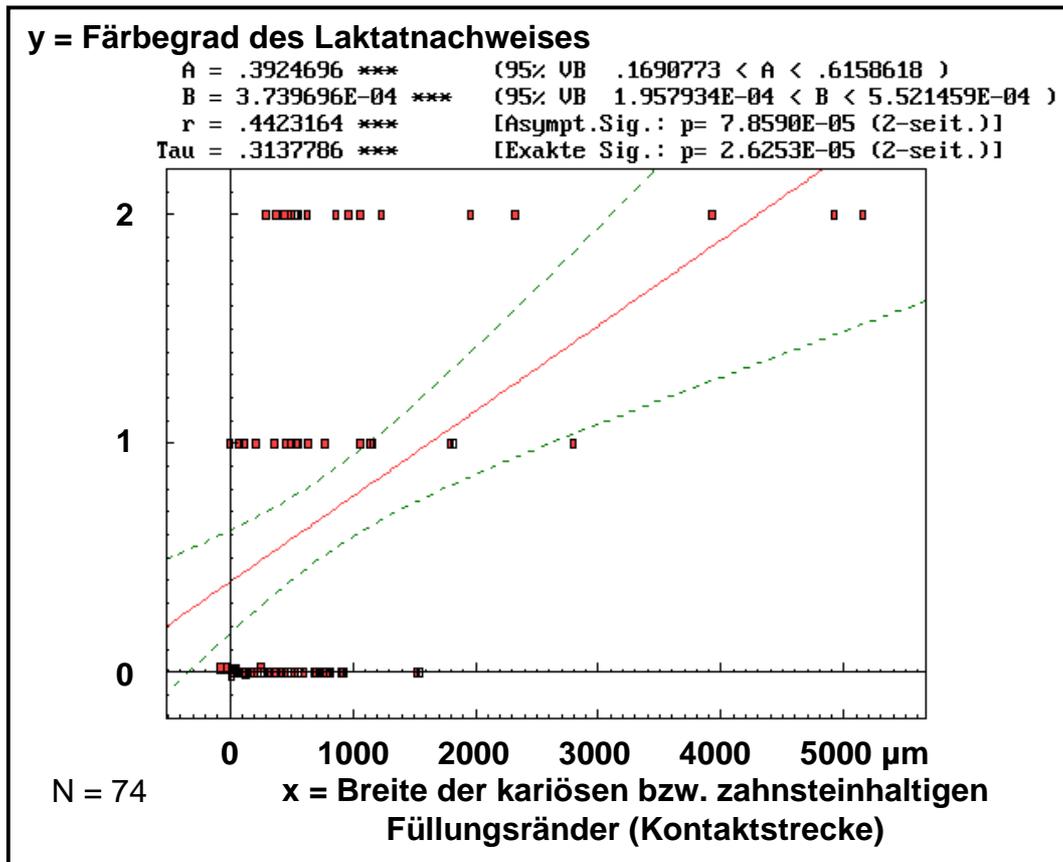
Der zugehörige 95 %-Vertrauensbereich betrug 1,079 bis 26,359.

### **4.3 Zusammenhänge zwischen Laktatnachweis und Breite der kariösen Läsion am Füllungsrand**

#### **Korrelation von Färbegrad und Breite der kariösen Läsion**

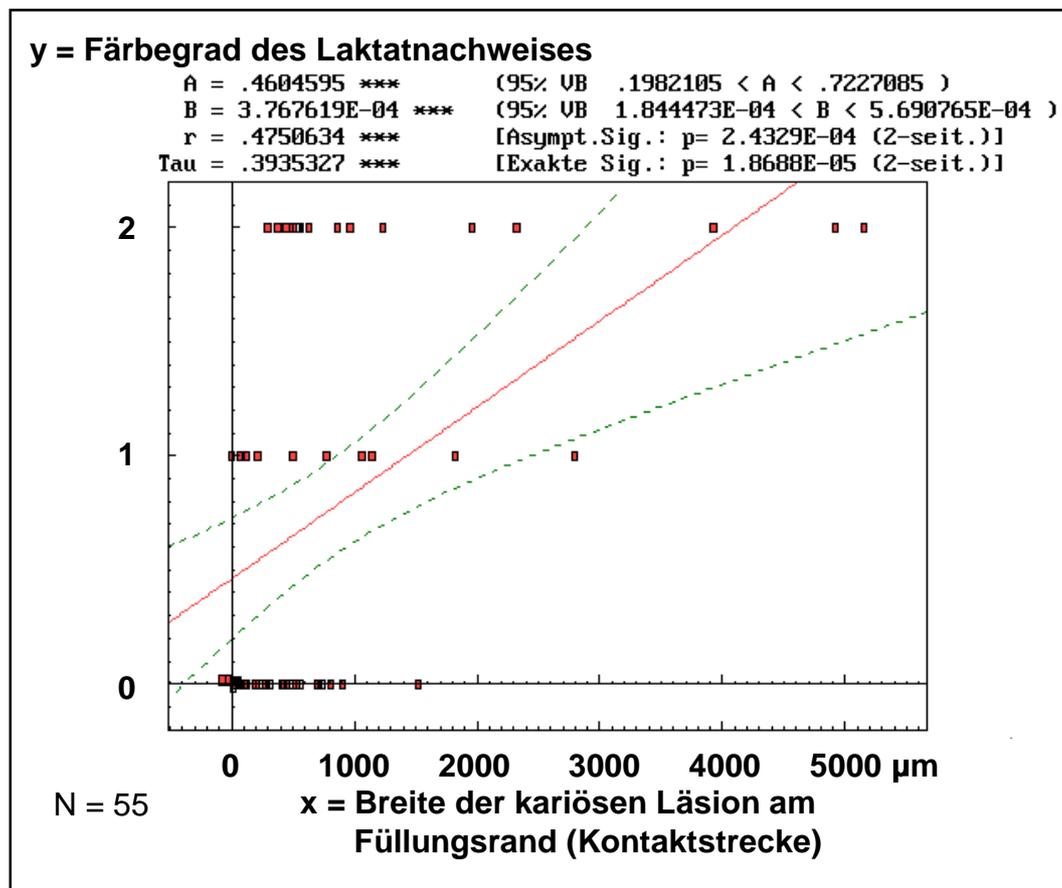
Zur Darstellung der Korrelation wurden die Daten der „Kontaktstrecke“ auf die x-Achse und der Färbegrad des Laktatnachweises auf die y-Achse in ein Streudiagramm eingetragen, und die Ausgleichsgerade mit dem 95 %-Vertrauensbereich ermittelt. Als „Kontaktstrecke“ des Laktatnachweises wurde die Breite der kariösen Läsion senkrecht zum Füllungsrand bzw. die Breite des Zahnsteins bezeichnet. Dies geschah jeweils einmal unter Miteinbeziehung und einmal unter Ausschluss aller Fälle mit Zahnstein am Füllungsrand. Auch hier konnte für beide Fälle eine positive Korrelation zwischen Kontaktstrecke und Färbegrad des Laktatnachweises gefunden werden.

Abb. 4.5 zeigt die Korrelation des Laktatnachweises unter Miteinbeziehung aller Fälle mit Zahnstein. Der Korrelationskoeffizient Kendall-Tau betrug 0,31 und war höchst signifikant ( $p \leq 0,000$ ).



**Abb. 4.5:** Korrelation des Färbegrads des Laktatnachweises und Breite der kariösen bzw. zahnsteinhaltigen Füllungsänder (Kontaktstrecke). Alle Fälle mit Zahnstein wurden miteinbezogen (N = 74).

Die weitere Abb. 4.6 zeigt die Korrelation des Laktatnachweises und der Kariestiefe (C-Grad) für alle Fälle ohne Zahnstein. Hier lag der Kendall-Tau-Wert bei 0,39 und war ebenfalls höchst signifikant ( $p \leq 0,000$ ).



**Abb. 4.6:** Korrelation des Färbegrads des Laktatnachweises und Breite der kariösen bzw. zahnsteinhaltigen Füllungsänder (Kontaktstrecke). Alle Fälle ohne Zahnstein (N = 55).

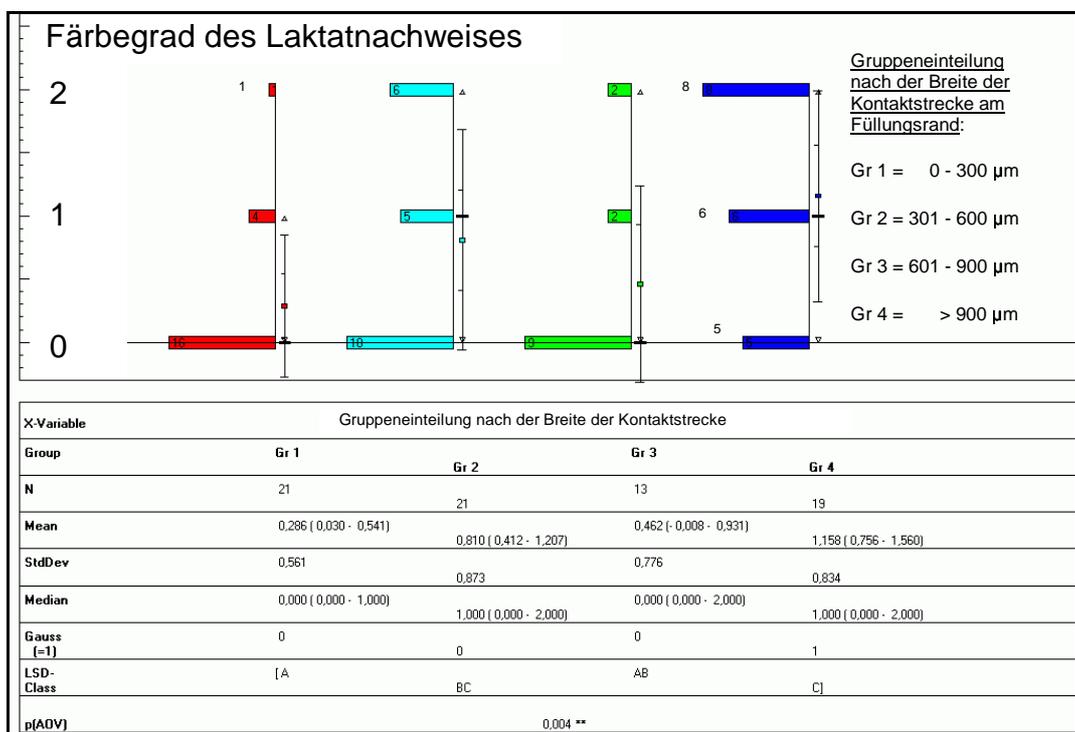
### Verteilung der Verfärbung des Laktatnachweises bei verschiedenen Breiten der Kontaktstrecke am Füllungsrand

In Balkendiagrammen wurden die Breite der Kontaktstrecke am Füllungsrand in Gruppen eingeteilt und die dazu gehörigen Verfärbungen des Laktatnachweises dargestellt. Dies geschah wiederum einmal unter Miteinbeziehung (Abb. 4.7) und einmal unter Ausschluss aller Fälle mit

Zahnstein am Füllungsrand (Abb. 4.8). Es wurde folgende Gruppeneinteilung vorgenommen:

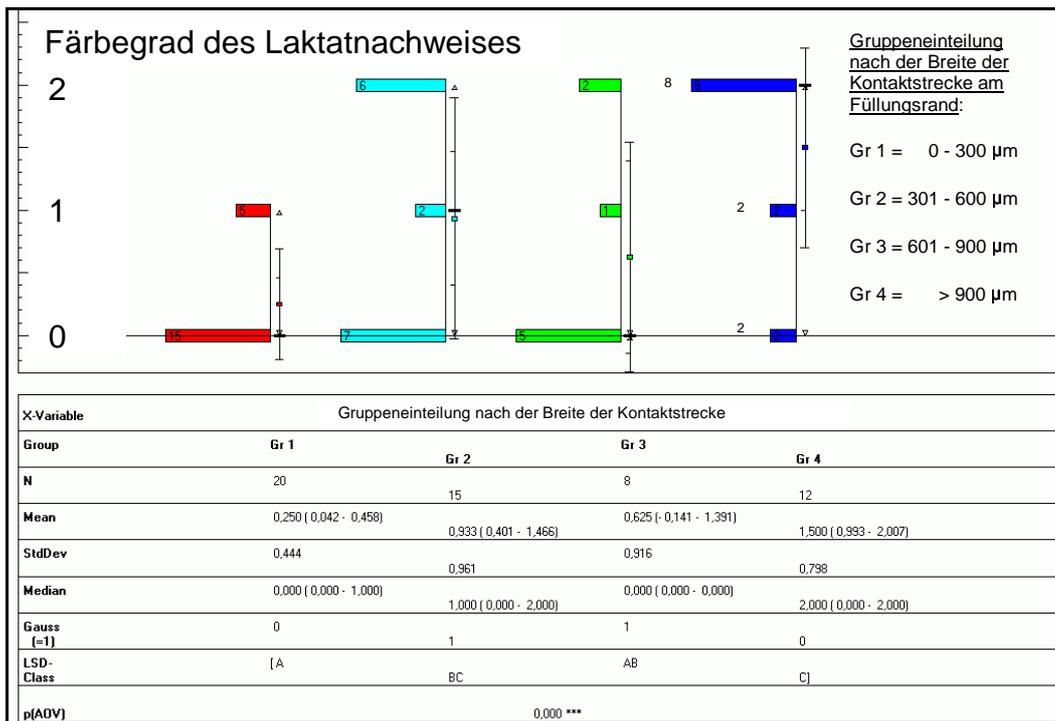
- Gruppe 1: 0 – 300  $\mu\text{m}$
- Gruppe 2: 301 – 600  $\mu\text{m}$
- Gruppe 3: 601 – 900  $\mu\text{m}$
- Gruppe 4: > 900  $\mu\text{m}$

Für die Gruppe von Füllungsrandern mit einer Breite von 0 bis 300  $\mu\text{m}$  (Gruppe 1) konnte ein Mittelwert von 0,29 ( $\pm$  0,56) für den Laktatnachweis ermittelt werden. Kontaktstrecken mit einer Breite von 301  $\mu\text{m}$  bis 600  $\mu\text{m}$  wiesen einen Mittelwert von 0,81 ( $\pm$  0,87) auf. Der Mittelwert für Kontaktstrecken von 601 bis 900  $\mu\text{m}$  (Gruppe 3) betrug 0,46 ( $\pm$  0,78). Ein höherer Mittelwert wurde mit 1,16 ( $\pm$  0,83) gefunden für Kontaktstrecken mit einer Breite von über 900  $\mu\text{m}$ .



**Abb. 4.7:** Verteilung des Färbegrads zur Breite der kariösen oder zahnsteinhaltigen Füllungsrandern („Kontaktstrecke“). Gruppeneinteilung in 300  $\mu\text{m}$  - Schritten. Alle Fälle mit Zahnstein wurden miteinbezogen (N = 74).

Mit Anwendung des LSD-Tests für Füllungsrän­der, deren Kontaktstrecke 0 bis 300 µm (Gruppe 1) bzw. über 900 µm lag (Gruppe 2), konnten zwei Klassen A (für Gruppe 1) und C (für Gruppe 4) gefunden werden, die sich signifikant voneinander unterschieden ( $p \leq 0,05$ ). Färbungen der Gruppe 2 und 3 konnten nicht in Klassen, die sich auf dem 5 Prozentniveau unterschieden, eingeordnet werden. Gruppe 2 unterschied sich aber von Gruppe 1. Gruppe 3 unterschied sich von Gruppe 4 und zwar signifikant. Wurden alle Fälle mit Zahnstein am Füllungsrand weggelassen, so ergaben sich ähnliche Mittelwerte für die einzelnen Gruppen (Abb. 4.8). Für Kontaktstrecken bis 300 µm (Gruppe 1) ergab sich für die Verfärbung des Laktatnachweises ein Mittelwert von 0,25 ( $\pm 0,44$ ) und für Kontaktstrecken von 301 bis 600 µm (Gruppe 2) ein Mittelwert von 0,93 ( $\pm 0,96$ ). Für die nächstgrößere Gruppe betrug der Mittelwert 0,63 ( $\pm 0,92$ ). Für die Gruppe mit Kontaktstrecken von über 900 µm (Gruppe 4) lag der Mittelwert bei 1,5 ( $\pm 0,80$ ). Am Ergebnis des LSD-Tests änderte sich unter Ausschluss aller Fälle mit Zahnstein nichts. Auch hier konnte für die Gruppe kleinster Kontaktstrecken (Gruppe 1) und größter Kontaktstrecken (Gruppe 4) zwei Klassen A (bei Gruppe 1) und C (bei Gruppe 4) bestimmt werden, die sich auf dem 5 Prozentniveau unterschieden. Färbungen bei Kontaktstrecken von 301 bis 600 µm (Gruppe 2) und 601 bis 900 µm (Gruppe 3) konnten keine Klassen, die sich auf dem 5 Prozentniveau unterschieden, ermittelt werden. Gruppe 2 unterschied sich aber von Gruppe 1. Gruppe 3 unterschied sich von Gruppe 4 und Gruppe 4 unterschied sich von 3 und 1.



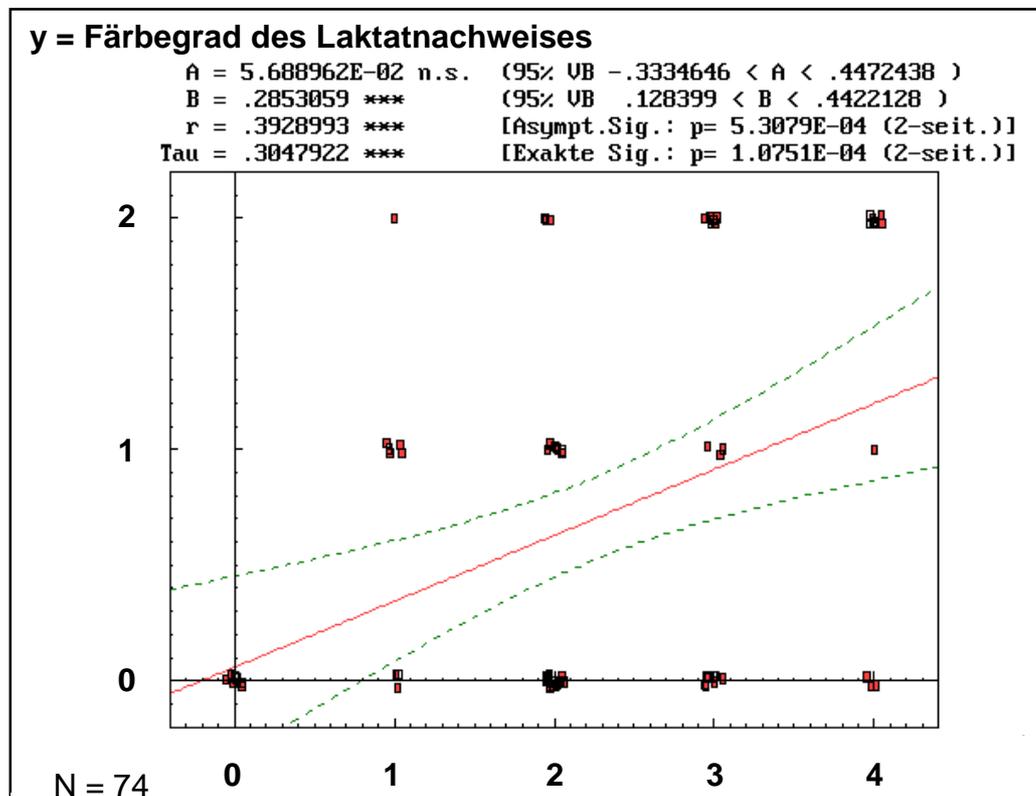
**Abb. 4.8:** Verteilung des Färbegrads zur Breite der kariösen Füllungsrande („Kontaktstrecke“). Gruppeneinteilung in 300 µm - Schritten. Alle Fälle ohne Zahnstein (N = 55).

#### 4.4 Zusammenhänge zwischen Laktatnachweis und Verfärbungs- bzw. Defektgrad am Füllungsrand (D-Grad)

##### Korrelation von Färbegrad des Laktatnachweises und D-Grad

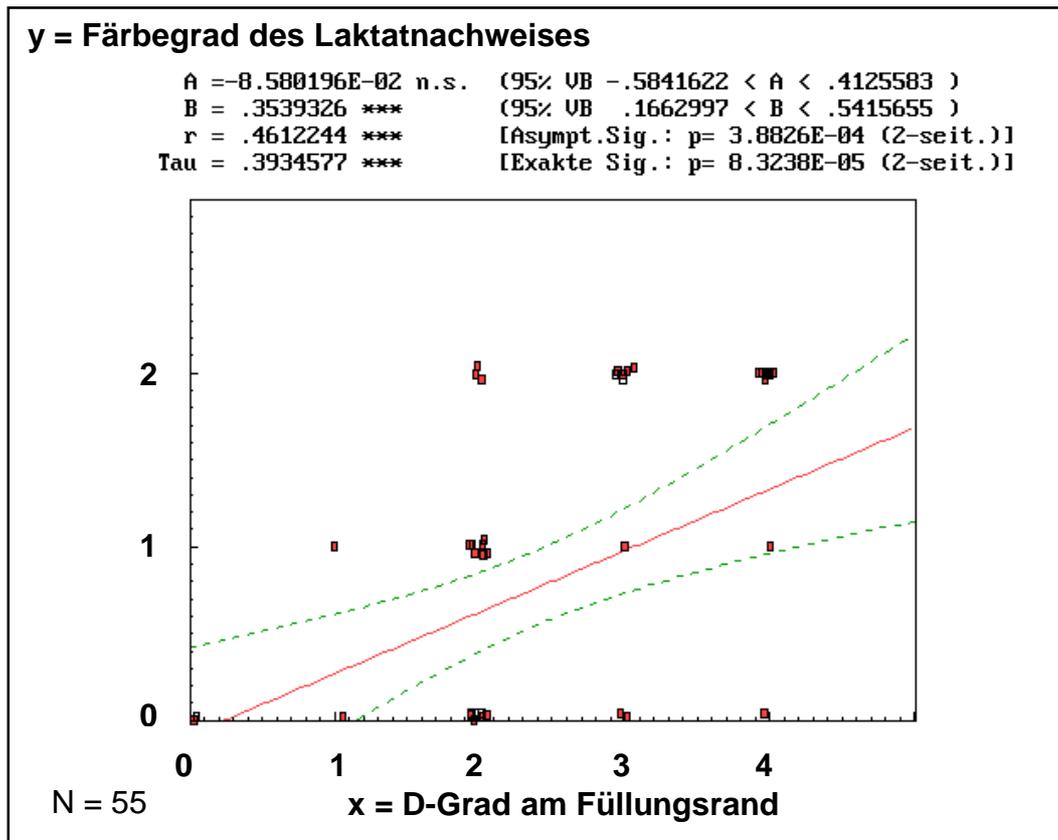
Zur Ermittlung einer Korrelation wurden die Daten D-Grad und Färbegrad des Laktatnachweises jeweils einmal unter Miteinbeziehung und einmal unter Ausschluss aller Fälle mit Zahnstein am Füllungsrand in ein Streudiagramm eingetragen und die Ausgleichsgerade mit dem 95 %-Vertrauensbereich ermittelt. Der D-Grad bezeichnet den Verfärbungs- bzw. Defektgrad am Füllungsrand in Anlehnung an den D-Grad des DFM-S-Index für Fissuren. In beiden Fällen lag eine positive Korrelation zwischen Färbegrad des Laktatnachweises und dem D-Grad vor. Abb. 4.9

zeigt die Korrelation und Ausgleichsgerade für alle Fälle mit Zahnstein. Der Korrelationskoeffizient Kendall-Tau betrug 0,30 und war höchst signifikant ( $p \leq 0,000$ ).



**Abb. 4.9:** Korrelation von Färbegrad des Laktatnachweises und D-Grad am Füllungsrand. Alle Fälle mit Zahnstein wurden miteinbezogen (N = 74).

Abb. 4.10 zeigt die Korrelation und Ausgleichsgerade für alle Fälle, in denen Zahnstein am Füllungsrand ausgeschlossen wurde. Der Korrelationskoeffizient Kendall-Tau fiel mit 0,39 höher aus und war ebenfalls höchst signifikant ( $p \leq 0,000$ ).

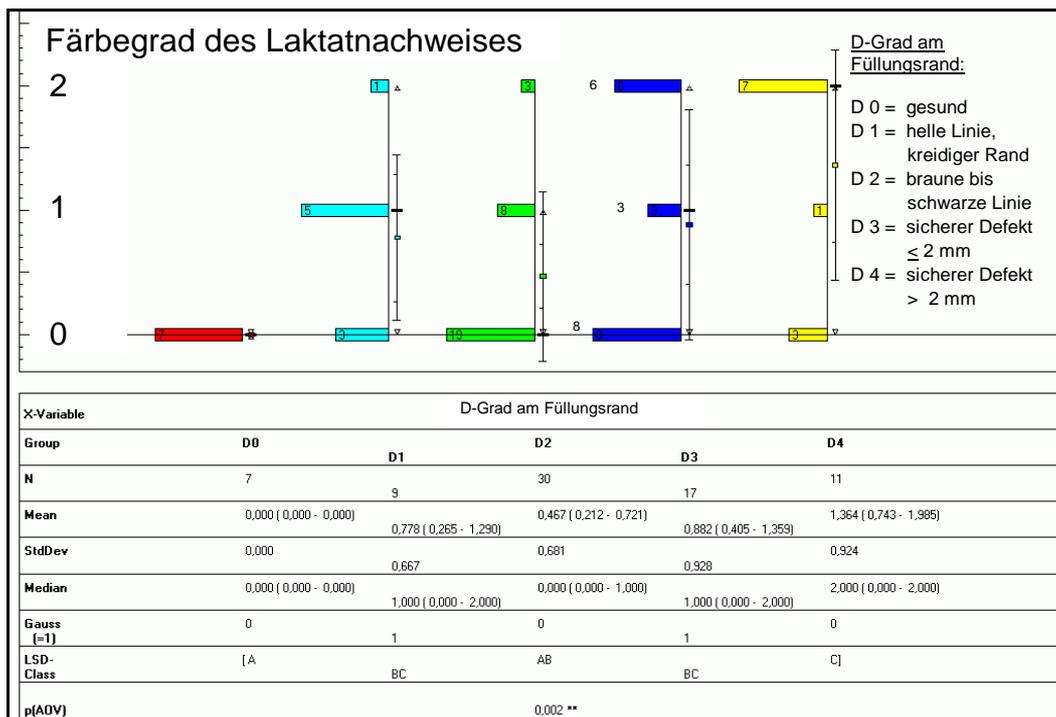


**Abb. 4.10:** Korrelation von Färbegrad des Laktatnachweises und D-Grad am Füllungsrand. Alle Fälle ohne Zahnstein (N = 55).

### Verteilung der Verfärbung des Laktatnachweises bei unterschiedlichem D-Grad

In Balken-Diagrammen wurde die Verteilung der Verfärbung des Laktatnachweises für verschiedene Randverfärbungen und Randdefekte (D-Grad) dargestellt. Abb. 4.11 zeigt die Ergebnisse für alle Fälle, in denen Zahnstein am Füllungsrand vorhanden war. Für alle Fälle, bei denen helle oder kreidige Linien am Füllungsrand vorlagen (D-Grad 1), konnte ein Mittelwert von  $0,78 (\pm 0,67)$  für die Verfärbung des Laktatnachweises gefunden werden. Der Mittelwert für den nächsthöheren Verfärbungsgrad (D-Grad 2, also Ränder mit brauner und schwarzer Linie am Füllungsrand) fiel mit  $0,47 (\pm 0,68)$  geringer aus als für D-Grad 1. Für Füllungen mit Randdefekten kleiner als zwei Millimeter (D-

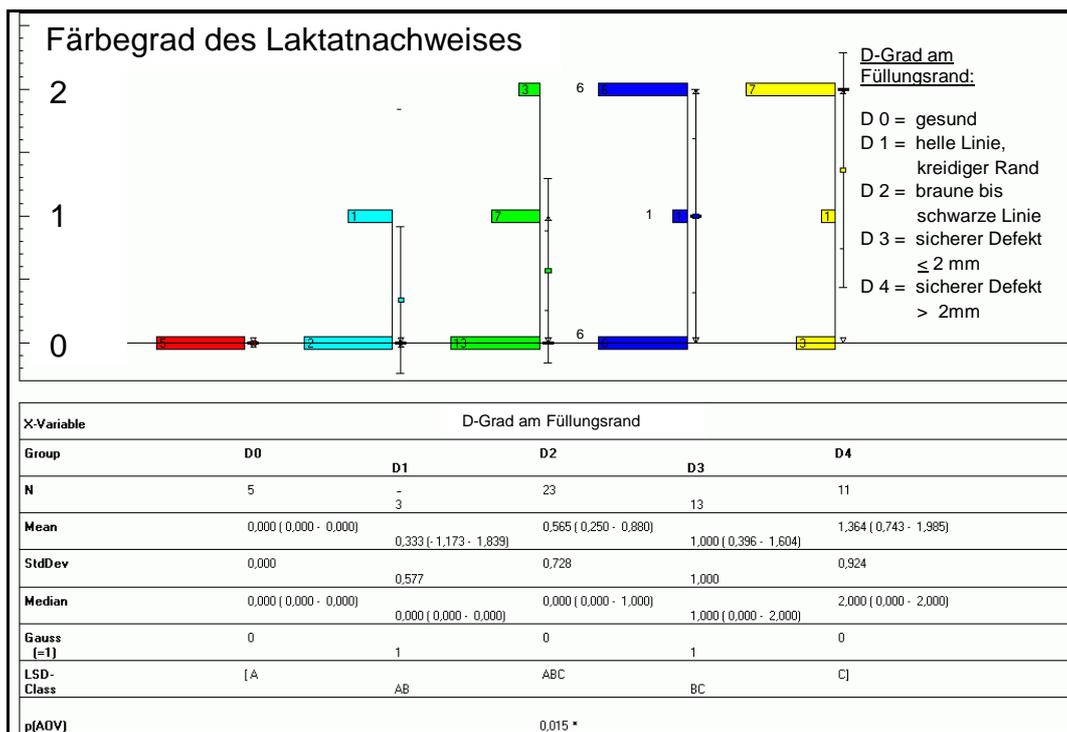
Grad 3) konnte ein Durchschnittswert von 0,88 ( $\pm$  0,93) ermittelt werden. Für Verfärbungen des Laktatnachweises in der Gruppe mit Randdefekten größer als zwei Millimeter (D-Grad 4) war der Mittelwert am höchsten und betrug 1,36 ( $\pm$  0,92).



**Abb. 4.11:** Verteilung des Färbegrads zum D-Grad am Füllungsrand. Alle Fälle mit Zahnstein wurden miteinbezogen (N = 74).

In Abb. 4.11 sind auch die LSD-Klassen eingetragen. Für die Gruppe der nicht verfärbten Füllungsråder (D-Grad 0) und für Randdefekte größer als zwei Millimeter konnten zwei Klassen A (bei D-Grad 0) und B (bei D-Grad 4) gefunden werden, die sich auf dem gewählten Signifikanz-Niveau von 5 % unterschieden. Färbungen bei allen anderen Gruppen, also helle Verfärbungen (D-Grad 1), braune Ränder (D-Grad 2) und Randdefekte kleiner als zwei Millimeter (D-Grad 3) konnten nicht in Klassen, die sich auf dem 5 %-Niveau unterschieden, eingeordnet werden. D2 unterschied sich jedoch von D4. Gruppe D1 und D3 unterschieden sich von D0.

In Abb. 4.12 wurde der gleiche Sachverhalt dargestellt und zwar unter Ausschluss aller Fälle mit Zahnstein am Füllungsrand. Für die Gruppe der unverfärbten und defektfreien Füllungsrande konnte ein Mittelwert von 0,00 ( $\pm 0,00$ ) festgestellt werden. Für Füllungen mit hellem kreidigem Rand (D-Grad 1) wurde ein Durchschnittswert für die Verfärbung des Laktatnachweises von 0,33 ( $\pm 0,58$ ) ermittelt. In der Gruppe der braunen bis schwarzen Füllungsrande (D-Grad 2) erhielt man einen Mittelwert von 0,57 ( $\pm 0,73$ ). Ein Mittelwert von 1,00 ( $\pm 1,00$ ) konnte für die Gruppe der Füllungen mit Randdefekten bis zu zwei Millimeter Größe (D-Grad 3) festgestellt werden. Für Defekte größer als zwei Millimeter (D-Grad 4) wurde für die Verfärbung ein Mittelwert von 0,92 ( $\pm 0,92$ ) gefunden.



**Abb. 4.12:** Verteilung des Färbegrads zum D-Grad am Füllungsrand. Alle Fälle ohne Zahnstein (N = 55).

Abb. 4.12 zeigt außerdem, dass auch in diesem LSD-Test für die Fälle ohne Zahnstein lediglich für die Gruppe mit nicht-verfärbten und defektfreien Rändern (D-Grad 0) sowie für die Gruppe mit Randdefekten größer als zwei Millimeter (D-Grad 4) zwei Klassen A (bei D-Grad 0) und C (bei D-Grad 4) festgestellt wurden, die sich auf dem 5 %-Niveau unterschieden (siehe Abb. 4.12). Für Färbungen bei allen anderen Gruppen, also helle Verfärbungen (D-Grad 1), braune Ränder (D-Grad 2) und Randdefekte kleiner als zwei Millimeter (D-Grad 3) konnten keine signifikanten Unterschiede ( $p \leq 0,05$ ) gefunden werden. D3 unterschied sich von D0, D1 unterschied sich von D4 und D4 unterschied sich von D0 und D1.

#### **4.5 Zusammenhänge zwischen Laktatnachweis und Kariesformation**

In Abb. 4.13 wurde der Zusammenhang zwischen der Intensität der Verfärbung des Laktatnachweises und der „Kariesformation“ ermittelt. Da Sekundärkaries als Kavitätenwandläsion oder als Außenläsion bzw. als Kombination beider Arten vorliegen kann, wurde neben der Kariestiefe (C-Grad) und „Kontaktstrecke“ auch dieser Zusammenhang untersucht. Dazu wurden folgende Gruppen gebildet:

##### **Hauptgruppe 0, intakter, kariesfreier Füllungsrand**

0\_0 = gesunder Füllungsrand

##### **Hauptgruppe 1, Karies bis in äußere Schmelzhälfte:**

1\_0 = Karies bis in äußere Schmelzhälfte, nur Kavitätenwandläsion

1\_1 = Karies bis in äußere Schmelzhälfte, Außen- und Kavitätenwandläsion

1\_2 = Karies bis in äußere Schmelzhälfte, nur Außenläsion

**Hauptgruppe 2, Karies bis in innere Schmelzhälfte:**

- 2\_0 = Karies bis in innere Schmelzhälfte, nur Kavitätenwandläsion
- 2\_1 = Karies bis in innere Schmelzhälfte, Außen- und Kavitätenwandläsion
- 2\_2 = Karies bis in innere Schmelzhälfte, nur Außenläsion

**Hauptgruppe 3, Karies bis in äußere Dentinhälfte:**

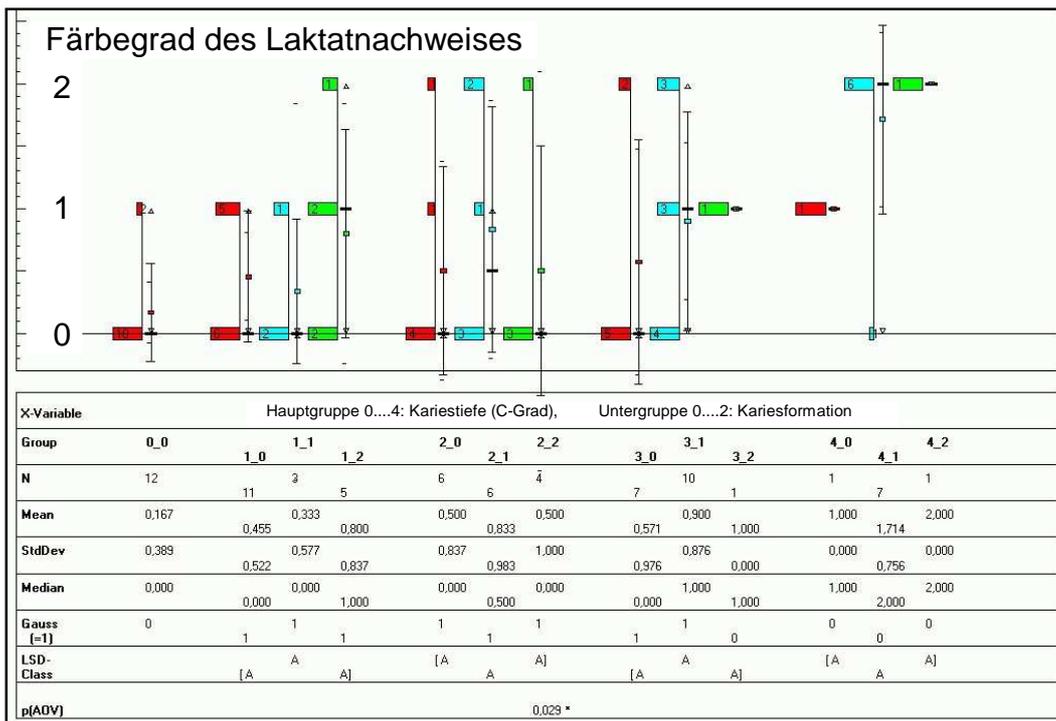
- 3\_0 = Karies bis in äußere Dentinhälfte, nur Kavitätenwandläsion
- 3\_1 = Karies bis in äußere Dentinhälfte, Außen- und Kavitätenwandläsion
- 3\_2 = Karies bis in äußere Dentinhälfte, nur Außenläsion

**Hauptgruppe 4, Karies bis in innere Dentinhälfte:**

- 4\_0 = Karies bis in innere Dentinhälfte, nur Kavitätenwandläsion
- 4\_1 = Karies bis in innere Dentinhälfte, Außen- und Kavitätenwandläsion
- 4\_2 = Karies bis in innere Dentinhälfte, nur Außenläsion

Diese Art der Darstellung wird erst ab einer größeren Zahl von Fällen interessant. In der vorliegenden Studie lag jedoch für einige Untergruppen zum Teil nur ein einziger Fall vor, sodass keine valide Aussage über die Verteilung der Verfärbungen des Laktatnachweises getroffen werden kann.

Tendenziell wurden die höheren Intensitäten des Laktatnachweises in den Untergruppen für reine Außenläsionen (Untergruppe X\_2) und für die Kombination von Außenläsion und Kavitätenwandläsion (Untergruppe X\_1) gefunden. In den Hauptgruppen 1, 3, 4 wurden die höchsten Mittelwerte für den Laktatnachweis jeweils in der Untergruppe X\_2 festgestellt, also für reine Außenläsionen. Die kleinsten Mittelwerte für den Laktatnachweis lagen, bis auf eine Ausnahme, bei reinen Kavitätenwandläsionen (jeweils Untergruppe X\_1) vor. Der LSD-Test zeigte jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen auf.



**Abb. 4.13:** Darstellung der Verteilung des Färbegrads zur Kariestiefe (C-Grad) mit „Kariesformation“ als Untergruppen. Alle Fälle mit Zahnstein wurden miteinbezogen (N = 74).

## **5 Diskussion**

### **5.1 Material und Methode**

#### **Reinigung der Zahnoberfläche**

Der neu entwickelte Laktat-Nachweis verlangt eine Reinigung, die nicht länger als fünf Minuten zurückliegen soll. Unter der Annahme, dass durch Mundhygiene der Biofilm von Glattflächen vollständig entfernt wird, dürfte ein Nachweis von Laktat an solchen Flächen nicht möglich sein. Es gibt aber auf der Kaufläche Grübchen, Füllungsrän der und approximal Bereiche, die sich immer der Plaqueentfernung mit einer Zahnbürste, ob Hand oder elektrisch, entziehen, weshalb bakteriell ausgereifte Plaque verbleibt. Diese wird bei Zufuhr von Kohlenhydraten Säure produzieren, was mit einem Test, wie er von der Firma 3M ESPE konzipiert wurde, nachweisbar ist. Es stellt sich daher die Frage, inwiefern Plaque-Reste in Fissuren, Grübchen, Randspalten, Rissen und Füllungsfrakturen das Farbsignal beeinflussen. Prinzipiell ist eine weitergehende Reinigung solcher Spalten und Ritzen, die der Zahnbürste nicht zugänglichen sind, mit einem Pulver-Wasser-Verfahren möglich. Außerdem kann man mit einem Plaque-Revelator die Entfernung der Plaque überprüfen.

#### **Dokumentation der Färbung des Laktatnachweises**

Die Auswertung der Färbung in der Alginatabformung stützt sich zum einen auf die Fotodokumentation, zum anderen auf die Aufzeichnung und Beschreibung des Untersuchers. Der Untersucher wechselte nicht, sodass die subjektive Beschreibung immer durch die „gleichen Augen“ erfolgte, nämlich die des durchführenden Doktoranden. Im Laufe der Daten-Erhebung stellte sich heraus, dass die Methode, die Dokumentation mit Hilfe der Analog-Kamera mit den dazugehörigen Blitzauslegern

durchzuführen, gegenüber der digitalen Variante im Nachteil war. Dies beruht einerseits darauf, dass es häufig durch die Blitzausleger zu Verschattungen im Bild kam, andererseits das Einscannen der Dias mit Qualitätsverlust einhergeht. Die generelle Anwendung einer Digital-Kamera wäre sinnvoll gewesen, da dadurch eine unmittelbare Belichtungs- und Schärfekontrolle möglich gewesen wäre. Leider stand ein solches Gerät nicht immer zur Verfügung.

Jedoch selbst bei Anwendung der digitalen Variante, unterliegt die Auswertung einem subjektiven Einfluss, bedingt durch die unterschiedliche Farbwiedergabe bei unterschiedlichen Licht- und Helligkeits-Verhältnissen der jeweiligen Umgebung. Hinzu kommt der subjektive Farbeindruck durch das Auge des Untersuchers. Auch die Tatsache, dass der Vergleich des Farbsignals einer feuchten Abformung zum trockenen Referenzbild auf dem Referenzblatt des Herstellers erfolgt, beeinflusst die subjektive Einschätzung des Farbsignals. Idealerweise hätte ein Farbwertmessgerät (Dreibereichsmessgerät oder Spektralfotometer) zum Einsatz kommen können, das eine Objektivierung erlaubt hätte.

3M ESPE empfiehlt zur Bestimmung der Intensität des Farbsignals ein Referenz-Blatt mit neun-stufiger Einteilung der Farbintensität. Für die Auswertung der Farbsignale musste eine Vergrößerung dieses Schemas erfolgen. Dies war erforderlich zum einen aus statistischen Gründen, da die Datenmatrix begrenzt war. Zum anderen schien aus Gründen der nicht objektivierten Einflüsse wie Umgebungslicht, Feuchtigkeit der Abformung und subjektive Farbempfindung des Untersucherauges eine detailliertere Aufschlüsselung nicht legitim. Es kam deshalb eine dreistufige Aufteilung zum Einsatz:

- Grad 0: kein Signal erkennbar
- Grad 1: schwaches Signal (entspricht Signalstärke 1 bis 4 der Referenz)

- Grad 2: starkes Signal (entspricht Signalstärke 5 bis 9 der Referenz)

Bei einer Komposit- und zehn Amalgam-Füllungen wurde folgende Beobachtung gemacht: Die Abformfläche des Alginats über der Füllung verfärbte sich entweder teilweise oder komplett in der Farbe des Laktatnachweises (Violett). Damit war der eigentliche Füllungsrand in der Abformung nur noch schwer beurteilbar. Diese Beobachtung lässt vermuten, dass sich auf diese Füllungsflächen trotz manueller Reinigung mittels Zahnbürste weiter Bakterien befanden. Erklärbar wäre dies bei unpolierten bzw. rauen Füllungen. Allerdings wurde diese Beobachtung auch zum Teil bei polierten Amalgam-Füllungen gemacht. Trotz erneuter Reinigung und Abformung änderte sich allerdings nichts am Ergebnis. Auch mit einer neuen Packung verfärbte sich das Alginat über der Füllung violett. Inwiefern es sich um ein material-spezifisches Phänomen handelt konnte aufgrund der wenigen Fälle und der zahlenmäßig unterlegenen Komposit-Füllungen statistisch nicht untersucht werden.

### **Bestimmung der Ausdehnung der Randspalt-Karies**

Im Rahmen dieser Studie wurde auf die Anfertigung histologischer Dünnschliff-Präparate (Gold-Standard) verzichtet, um eine gewisse Zuordnung des Laktatnachweises zum Schnitt weiterhin zu ermöglichen. Außerdem wären Mehrfachschnitte in unterschiedlichen Ebenen schwierig zu realisieren gewesen.

Um die Kariesausdehnung im Sinne einer Bakterieninfiltration insbesondere im Dentin zu erkennen, wurde das von Fusayama entwickelte Verfahren angewendet, bei der Propylenglykol mit einem Farbstoff aufgrund seiner Molekülgröße in durch Demineralisierung vergrößerte Poren eindringen kann. Dabei kommt es auf die Porengröße an, ob es tatsächlich zur Penetration kommt oder nicht. Nach Ansicht

Fusayamas können Poren kleineren Durchmessers remineralisieren, während größere, penetrationsfähige Poren meist auch von Bakterien besiedelt sind. Obwohl dieses Verfahren eigentlich entwickelt wurde, um „kariös verändertes“ Dentin von „infiziertem“ Dentin unterscheiden zu können, kann dieses Verfahren aufgrund des Prinzips erweiterter Poren sowohl Dentin- als auch Schmelzkaries detektieren. Zwar kann nicht jeder White Spot im Schmelz zuverlässig reproduzierbar angefärbt werden, jedoch lassen sich jene nicht anfärbbaren Läsionen auch im Auflicht-Mikroskop für diese Untersuchung im ausreichenden Maße nachvollziehen. Die Anfärbung erfolgte auf dem bereits geschnittenen Zahn-Kunststoff-Block. Dies brachte die Schwierigkeit mit sich, nun Residualkaries („alte“, nicht entfernte Karies) von Sekundärkaries („neue“ Karies am Füllungsrand nach Füllungslegung) unterscheiden zu müssen. Für einige Fälle war diese Unterscheidung nicht nötig, nämlich dann, wenn tiefer gelegene Läsionen (Verdacht auf Residualkaries) in sichtbarer Verbindung stehen zur oberflächlich gelegenen Randspaltkaries. In diesen Fällen spielt es für die Beurteilung der Kariestiefe keine Rolle, welche Karies „alt“ oder „neu“ ist. Lag keine sichtbare Verbindung vor, so bezog sich die Bestimmung der Kariesausdehnung auf den oberflächlich gelegenen Abschnitt.

Alternativ dazu wäre auch eine Penetration mittels CDD (Caries Detector Dye) vor der Einbettung sinnvoll gewesen, indem CDD von außen auf die Läsion aufgebracht wird. Allerdings stellt sich hier die Frage, ob durch ein einmaliges Anfärben genug Farbstoff durch die Außenläsion hätte penetrieren können, um auch Läsionen in äußerer oder innerer Dentinhälfte (C-Grad 3 und C-Grad 4) in ausreichendem Maße penetrieren zu können. Aus der klinischen Anwendung ist bekannt, dass bei der Anwendung des CDDs zur Kariesentfernung ein mehrmaliges Anfärben notwendig ist, bevor eine exkavierte Kavität als „kariesfrei“

deklariert werden darf. Deshalb erschien das Farbpenetrationsverfahren sinnvoller. Diese Überlegungen werden unter anderem gestützt durch eine Untersuchung von Boston et al. (1995) in der die Korrelation zwischen oberflächlich penetrierenden CDD zu den Ergebnissen einer histologischen Untersuchung im polarisierten Licht betrachtet wurde. Es wurde eine schwache Korrelation (Cohen's Kappa = 0,23) gefunden.

## **5.2 Statistische Auswertung der Dokumentationsbögen**

### **Fallzahl**

Die Zahl der Proben war limitiert, einmal weil der Laktatnachweis in der Firma 3M ESPE noch per Hand hergestellt wurde und später das Produkt nicht zur Produktion gelangte. Die ursprünglich angestrebte Fallzahl konnte nicht erreicht werden. Es stellte sich als besondere Schwierigkeit heraus, die angestrebte Fallzahl von 80 Zähnen zu erreichen, da zum einen der durchführende Doktorand bei der Extraktion immer anwesend sein musste, um unmittelbar vor der Extraktion die Abformung vornehmen zu können, zum anderen treffen zwar auf viele Zähne die Kriterien „Füllung“ und „Sekundärkaries“ zu, jedoch nicht das Kriterium „Extraktion“. Somit konnten nur 30 Zähne extrahiert und untersucht werden. Es konnte jedoch indirekt die Fallzahl erhöht werden, indem ein einzelner Zahn oftmals mehrere Füllungen aufwies oder der Verlauf der „Füllungsrandstrecke“ ausreichend lang war, um mehrere, voneinander unabhängige Stellen mit Verdacht auf Sekundärkaries untersuchen zu können.

Für die statistische Aussagekraft wäre eine größere Zahl an Anwendungen wünschenswert gewesen. Die Anzahl der in die Auswertung eingeflossenen Schnitte betrug 60. Die Fallzahl an untersuchten Läsionen betrug 74. Bei 32 Füllungen handelte es sich um

Amalgam, bei acht Füllungen um Komposit und bei drei Füllungen um Glasionomerzement.

#### Kriterien zur Einschätzung der Randqualität

Die erhobenen Ryge-Kriterien konnten in die statistische Auswertung nicht einfließen. Stattdessen wurde als Maß für den Verfärbungs- bzw. Defektgrad der D-Grad in Anlehnung des DMF-S-Index verwendet. Der Grund dafür ist darin zu suchen, dass bei der Erhebung der Ryge-Kriterien zu Beginn der Arbeit die detaillierte Aufgliederung des klinischen Erscheinungsbildes des Füllungsrandes in fein zu unterscheidende Kriterien erstrebenswert erschien. Dies wäre bei einer größeren Fallzahl sehr wünschenswert gewesen. Um Validität zu erreichen, musste deshalb der Schwerpunkt auf die „gröbere“ Einteilung des D-Grads verlagert werden.

### **5.3 Diskussion der Ergebnisse**

#### **Analogien zu anderen Studien**

Da vergleichbare Studien noch nicht abgeschlossen sind, gibt es zur Zeit kaum Möglichkeiten, auf bestehende Daten zurückzugreifen und die Ergebnisse zu vergleichen.

Gunzenhauser (2005) untersuchte Zusammenhänge zwischen anfärbbarer Plaque und dem Laktatnachweis Clinpro™ Cario Diagnosis und Clinpro™ Cario L-Pop. Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen der am Zahn angefärbten Plaque und dem Laktatnachweis Clinpro™ Cario Diagnosis nachgewiesen. Die Korrelation zwischen Initialläsionen und dem Laktatnachweis betrug 0,06 und war nicht signifikant. Im Gegensatz dazu konnten in der vorliegenden Studie höhere Korrelationskoeffizienten von 0,30 bis 0,41 gefunden werden. Dies

bedeutet dennoch eine schwache Korrelation des Laktatnachweises zu allen verwendeten Bezugsgrößen, also zur Kariestiefe (C-Grad), zur Kontaktstrecke (also zur Breite der kariösen Läsion am Füllungsrand) sowie zum Verfärbungs- und Defektgrad am Füllungsrand (D-Grad). Festzuhalten bleibt aber, dass der Laktattest am stärksten zur Kariestiefe korrelierte (Kendall-Tau = 0,41,  $p \leq 0,001$ ) und zwar bei der Gruppe der zahnsteinfreien Füllungsänder. Die Signifikanzen der gefundenen Korrelationen waren alle hoch oder höchst signifikant ( $p \leq 0,002$ ). Zu berücksichtigen ist, dass in der von Gunzenhauser (2005) vorgelegten Studie, der Korrelationskoeffizient lediglich für Initialläsionen erhoben wurde. In der vorliegenden Studie flossen jedoch neben Initialläsionen alle Gradationen des jeweiligen Parameters (Kariestiefe, Breite der kariösen Läsion sowie Verfärbungsgrad am Füllungsrand) in den jeweiligen Korrelationskoeffizienten ein. Darüber hinaus wurden in der vorliegenden Studie kariöse Läsionen am Füllungsrand (Sekundärkaries) und nicht Primärkaries an Glattflächen untersucht.

Bizhang et al. (2004) untersuchten den Laktat-Test Clinpro™ Cario Diagnosis auf Korrelation mit der flächen-spezifischen Karies-Prävalenz und ermittelten den Kappa-Koeffizienten nach Cohen als Maß für die Übereinstimmung zwischen Hygiene-Indizes (u.a. dem DFMS-Index) und dem Laktattest. Es konnte nur eine schwache Übereinstimmung zwischen dem Laktattest und dem erhobenen DFMS-Index gefunden werden (Kappa-Wert = 0,013). In der hier vorliegenden Studie wurde zur Überprüfung der diagnostischen Güte des Laktatnachweises ebenfalls Cohen's Kappa ermittelt. Allerdings wurde hier die mikroskopisch ermittelte Kariestiefe (C-Grad) mit dem Laktatnachweis verglichen. Es ergab sich ein Kappa-Wert von 0,18, d.h. eine bessere aber dennoch im

statistischen Sinne schwache Übereinstimmung zwischen der Färbung des Laktatnachweises und der Kariestiefe (C-Grad).

### **Einschätzung der diagnostischen Güte**

Der Laktatnachweis erreicht in der vorliegenden Studie eine Sensitivität von 51,6 % und eine Spezifität von 83,3 %. Die Güte eines diagnostischen Tests kann u.a. beschrieben werden, indem man die Summe von Sensitivität und Spezifität bildet. Diese sollte wenigstens 160 % aufweisen. Dieses Kriterium konnte mit 134,9 % nicht erfüllt werden. Lussi et al. (1995) haben im Vergleich dazu Summen von Sensitivität und Spezifität bei der Diagnose der Fissurenkaries mit bzw. ohne zur Hilfenahme von Sonde oder Vergrößerungshilfe erhalten, die sich zwischen 105 % und 109 % bewegen. Damit ist der in der vorliegenden Studie erhaltene Wert von 134,9 % zwar besser, allerdings muß sich dieser Werte erst durch weiterführende Studien bestätigen, wenn möglich mit höheren Fallzahlen. Andere „klassische“ Diagnoseverfahren wie z. B. die Anfertigung von Bissflügelaufnahmen scheinen dem Laktattest im Seitenzahnggebiet deutlich überlegen zu sein. Rudolphy et al. (1997) fand für die Diagnose von Sekundärkaries bei Prämolaren Summen von 175 % und 163 % für Molaren. Der Unterschied erklärt sich aus der unterschiedlichen Kariesprävalenz. Nair et al. (2001) kommen auf Werte von 148 % bei der Verwendung von Zahnfilmen zur Diagnose eines Kariesrezidivs. Diese Ergebnisse liegen deutlich über den erzielten Werten des Laktattests. Allerdings muß man berücksichtigen, dass die Sensitivität und Spezifität eines Tests auch stark von der Kariesprävalenz in der jeweiligen Studie abhängen. Moderne Verfahren wie zum Beispiel die Anwendung eines CCD-Sensors als Ersatz für den analogen Zahnfilm erreichten Werte von 152 % (Nair et al. 2001). Die QLF-Methode erzielte in einer Studie von Benedict et al. (1996) sogar einen Wert von 185 %.

Für die Einschätzung, ob ein Verfahren zur Diagnose von kariöser Zahnhartsubstanz geeignet ist, ist jedoch nicht nur die Betrachtung von Sensitivitäten und Spezifitäten verschiedener Studien sinnvoll. Zu unterschiedlich ist zum Teil das Studiendesign bezüglich der Auswahl der untersuchten Zähne, des Füllungsmaterials und der Füllungslokalisierung sowie der Kariesausdehnung und der Karieslokalisierung. So stellen zum Beispiel Füllungen für das FOTI im Seitenzahngebiet ein Durchleuchtungshindernis dar. Für die QLF-Methode ist ein Einsatz im Approximalbereich ebenfalls problematisch, da das Dentin als hauptsächliche Fluoreszenzquelle fehlt. Sinnvoll wäre deshalb ein Nachweisverfahren, das die Lücken anderer Diagnosemöglichkeiten hinsichtlich der oben genannten Aspekte schließt und für diese Einsatzgebiete dann auch eine hohe Sensitivität und Spezifität erzielt. Es stellt sich also die Frage, ob der Laktattest zum Beispiel geeignet ist, bestimmte Kariestiefen zu diagnostizieren.

Um herauszufinden, ob bei einer bestimmten Kariestiefe mit Zuverlässigkeit ein bestimmtes Farbsignal zu erwarten ist, wurde mit Hilfe des LSD-Tests versucht, für die jeweilige Kariestiefe (C-Grad) die Farbsignale in Gruppen zu klassifizieren, die sich auf dem 5 Prozentniveau unterscheiden. Wäre der Laktatnachweis ein „ideales“ Diagnoseverfahren würde man erwarten, dass zu jeder Kariestiefe zuverlässig ein bestimmtes Farbsignal auf dem 5 Prozentniveau zuordbar wäre. Hier sind jedoch nur die Gruppe der kariesfreien Ränder, die Gruppe mit Karies bis in die äußere und die Gruppe mit Karies in die innere Dentinhälfte signifikant unterscheidbar gewesen. Bei der Ermittlung der zu erwartenden Intensität des Farbsignals trat unter Vernachlässigung von etwaigem Zahnstein bei kariesfreien Füllungsändern mit hoher Wahrscheinlichkeit kein Farbsignal auf (in 10 von 12 Fällen), während bei

Karies bis in die innere Dentinhälfte (C-Grad 4) mit hoher Wahrscheinlichkeit ein sehr starkes Farbsignal (Färbegrad-Mittelwert  $1,67 \pm 0,71$ ) zu erwarten war (in 7 von 9 Fällen). Reicht die Karies nur bis in die äußere Dentinhälfte (C-Grad 3), ist nur ein schwaches Farbsignal (Färbegrad-Mittelwert  $0,78 \pm 0,88$ ) des Laktatnachweises zu erwarten gewesen. Damit wäre zwar theoretisch eine Unterscheidung von Schmelz- und Dentinkaries denkbar, allerdings ist der Schwankungsbereich der zu erwartenden Färbungen sehr groß. Es können bei ein und der gleichen Kariestiefe Färbungen aller möglichen Intensitäten auftreten. Dies ist wenig zuverlässig für die Beurteilung kleiner Läsionstiefen, für die der Zahnarzt eigentlich eine diagnostische Stütze bräuchte.

Werden alle Füllungsrän­der mit Zahnstein in der Statistik ausgeschlossen, wird dieses Ergebnis noch deutlicher: Nur die kariesfreien Füllungs­rän­der (C-Grad 0) und Läsionen bis in die innere Dentinhälfte ließen sich anhand des Laktatnachweises eindeutig zuordnen. Alle anderen Kariestiefen ließen sich wegen hoher Schwankungen in der Ausprägung der Farbintensität (Standardabweichungen von bis zu  $\pm 0,98$  entsprechen einer Stufe in der Färbeintensität) kaum voneinander trennen. Insbesondere die Unterscheidung von Schmelz- und Dentinkaries (C-Grad 2 zu C-Grad 3) wäre für den Zahnarzt wichtig, bevor er sich zur Erneuerung einer Füllung entscheidet.

Die Untersuchung des Farbsignals bezüglich verschiedener Breiten der kariösen Läsion (Kontaktstrecke) am Füllungsrand ergab unter Miteinbeziehung aller Fälle mit Zahnstein anhand des LSD-Tests ein ähnliches Ergebnis. Das bedeutet, dass nur in der Gruppe mit Läsionsbreiten von über  $900 \mu\text{m}$  zuverlässig ein Farbsignal mittlerer Intensität (Färbegrad-Mittelwert  $1,16 \pm 0,83$ ) erwartet werden konnte. Füllungs­rän­der mit Außenläsionen kleiner als  $300 \mu\text{m}$  Breite würden mit dem Laktatnachweis mit hoher Wahrscheinlichkeit als kariesfrei

eingeschätzt werden (Färbegrad-Mittelwert  $0,29 \pm 0,56$ ). Auch unter Ausschluss aller Fälle mit Zahnstein am Füllungsrand, liessen sich die gleichen Beobachtungen finden. Hier ergab sich in der Gruppe der über  $900 \mu\text{m}$  großen Läsionen ein noch stärkeres Farbsignal des Laktatnachweises (Färbegrad-Mittelwert  $1,5 \pm 0,80$ ). Allerdings werden die Ergebnisse in dieser Gruppe auch zum Teil bestimmt durch Läsionen, die bereits offensichtlich eingebrochene Ränder darstellen und Läsionsbreiten von bis zu fünf Millimetern aufweisen. In der täglichen Praxis ist deshalb der Nutzen eines aufwendigen Laktat-Nachweises mittels Abdruck für solch große Randspalten fraglich.

Diese Schlussfolgerung betrifft auch die Untersuchung, ob bei verschiedenem Verfärbungs- und Defektgrad am Füllungsrand (D-Grad) jeweils ein bestimmtes Farbsignal zu erwarten ist. Nur bei Randdefekten von mehr als zwei Millimetern war mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Farbsignal zu erwarten (Färbegrad-Mittelwert  $1,36 \pm 0,92$ ). Randdefekte bzw. -verfärbungen geringerer Ausprägung (D-Grad 1 bis 3) lieferten dagegen kein signifikant anderes Farbsignal des Laktatnachweises. Hier traten Farbsignale unterschiedlichster Ausprägung auf. Jedoch wurden nicht verfärbte Füllungsänder (D-Grad 0, gesund) mit hoher Zuverlässigkeit als richtig negativ erkannt (Färbegrad-Mittelwert  $0,00 \pm 0,00$ ). Der Ausschluss aller Fälle mit Zahnstein brachte keine Veränderung an diesen Beobachtungen.

Vergleicht man den Verlauf der verschiedenen Färbegrad-Mittelwerte unter fortschreitendem Schweregrad des jeweiligen Randkriteriums (Kariestiefe, Breite der Kontaktstrecke und D-Grad), so würde man einen Anstieg des Färbegrads erwarten. Dies konnte zum Beispiel für das Kriterium der fortschreitenden Kariestiefe (C-Grad) unter Miteinbeziehung aller Fälle mit Zahnstein und tendenziell auch unter Ausschluss aller Fälle

mit Zahnstein beobachtet werden. Hingegen wurde bei dem Kriterium der zunehmenden Breite der Kontaktstrecke für Abformungen der Gruppe 2 (Kontaktstrecke zwischen 301 bis 600  $\mu\text{m}$ ) ein höherer Färbegrad-Mittelwert als für die nächst höhere Gruppe 3 (Kontaktstrecke zwischen 601 bis 900  $\mu\text{m}$ ) gefunden, unabhängig davon, ob Zahnstein vorhanden war. Auch bei dem Kriterium „D-Grad“ ist eine ähnliche Beobachtung zu machen: Ränder mit D-Grad 1 oder 2 lieferten unter Miteinbeziehung aller Fälle mit Zahnstein tendenziell ein stärkeres Farbsignal als D-Grad 3, wohingegen unter Ausschluss von Zahnstein ein stetiger Anstieg des Färbegrad-Mittelwerts zu verzeichnen war. Diese Beobachtung konnte nicht schlüssig erklärt werden, da noch nicht endgültig feststeht, welchen Einfluss Zahnstein auf die Zuverlässigkeit des Abformergebnisses hat. Da aber aus der Untersuchung der Korrelationen des Färbegrads zu den untersuchten Randkriterien hervorgeht, dass die Korrelation für zahnsteinfreie Ränder stärker ist, sollten zur Klärung dieser Beobachtung in weiterführenden Studien grundsätzlich zahnsteinfreie Füllungsänder verwendet werden. Dann könnte anhand größerer Fallzahlen die Beobachtung auf ihre Konstanz hin untersucht werden.

Da Sekundärkaries als Kavitätenwandläsion oder als Außenläsion bzw. als Kombination beider Arten vorliegen kann, wurde in der vorliegenden Studie auch der Zusammenhang zwischen Kariesformationen und dem Farbsignal des Laktatnachweises untersucht. Allerdings konnte aufgrund der geringen Fallzahl pro Untergruppe (z.T. nur ein Fall pro Untergruppe) keine valide Aussage über die Zuordnung des Farbsignals zu bestimmten Kariesformationen gemacht werden.

## 6 Zusammenfassung

Die Kariesdiagnostik an Füllungsrandern ist erschwert. Von der Firma 3M ESPE (Seefeld, BRD) wurde vor einigen Jahren ein Verfahren entwickelt, das mittels enzymatischer Farbreaktion in einer Alginatabformmasse die Bildung von Laktat nachweist. In der Entstehung von Karies wird Laktat als die schädigendste Säure angesehen, die von bestimmten Bakterien nach Verstoffwechslung von Kohlenhydraten gebildet wird. Ein Nachweis von Laktatbildung könnte deshalb Aufschluss über mögliche Kariesaktivität geben und somit als Entscheidungshilfe für präventive oder invasive Maßnahmen dienen.

In dieser Studie sollte untersucht werden, ob sich dieser Laktatnachweis an Füllungsrandern als diagnostisches Hilfsmittel eignen würde. Hierzu wurden 19 Patienten gewonnen. Das mittlere Alter betrug  $53,4 \pm 14,3$  Jahre. Der durchschnittliche DMF-S-Index lag bei  $78,9 \pm 29,9$ . Aus verschiedenen anderen Gründen mussten bei diesen Patienten Zähne entfernt werden, so dass 29 gefüllte Zähne gewonnen werden konnten, die klinisch und dann nach Extraktion an 74 Stellen mit Sekundärkaries geschnitten und im Auflichtmikroskop histologisch untersucht wurden.

1. Es ergab sich nur eine schwache Korrelation (Kendall-Tau) zwischen 0,30 und 0,41 des Laktatnachweises zur Kariestiefe (C-Grad), zur Kontaktstrecke (Breite der kariösen Läsion am Füllungsrand) und zum Verfärbungs- und Defektgrad des Füllungsrandes (D-Grad). Die Signifikanzen der Korrelationen waren aber hoch oder höchst signifikant ( $p \leq 0,002$ ).
2. Nach Ausschluss der Fälle mit Zahnstein am Füllungsrand waren die Korrelationen geringfügig größer als unter Miteinbeziehung aller Fälle. Die Verfärbung des Laktatnachweises korrelierte dann mit der Kariestiefe (C-Grad) und der Breite der kariösen Läsion am

Füllungsrand am stärksten (Kendall-Tau-Wert 0,41 bzw. 0,39 bei  $p \leq 0,001$  bzw.  $p \leq 0,002$ ).

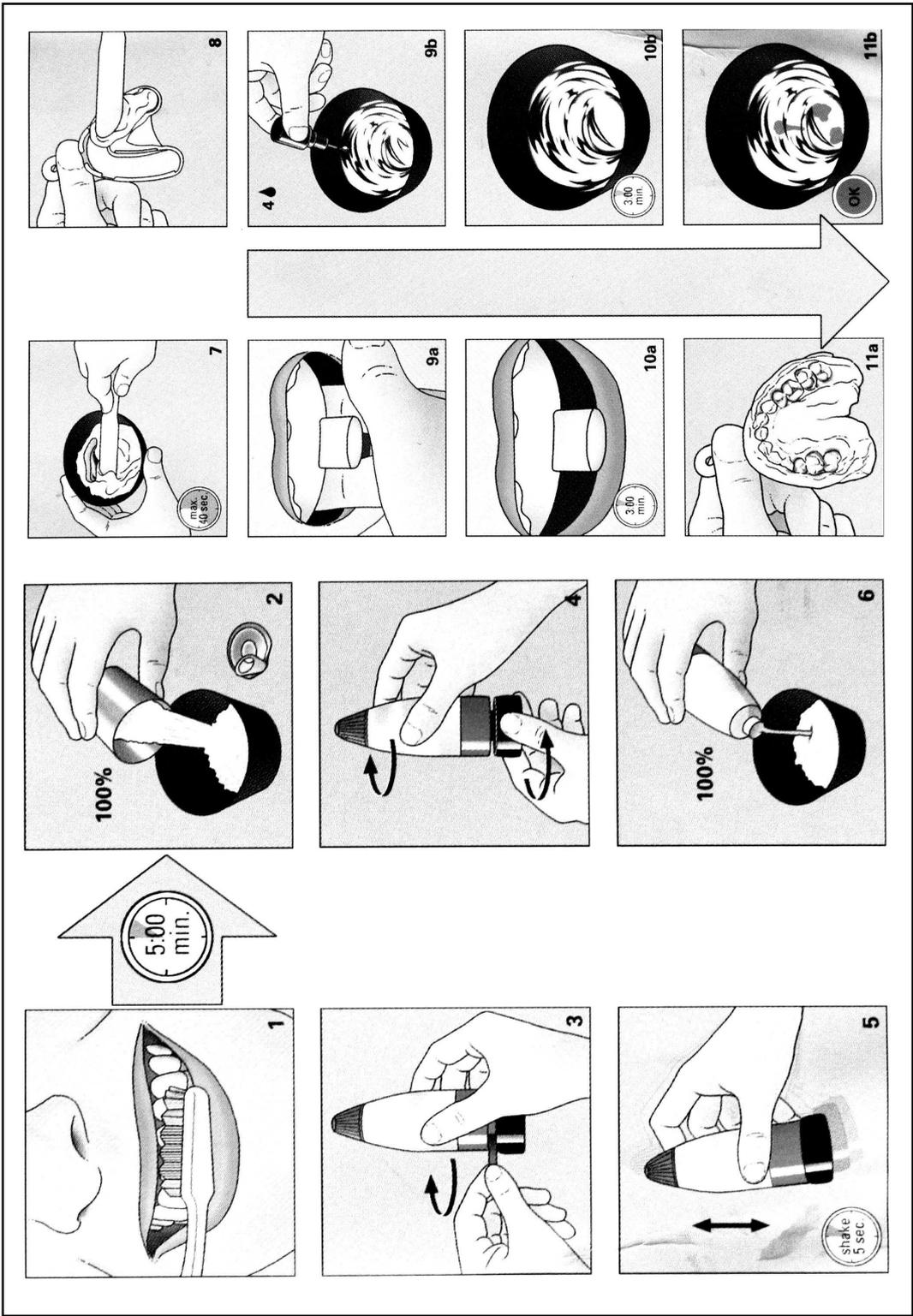
3. Mittels LSD-Test wurde ermittelt, dass bei kariesfreien Füllungsändern mit hoher Wahrscheinlichkeit kein Farbsignal auftritt, während bei Karies bis in die innere Dentinhälfte mit hoher Wahrscheinlichkeit ein sehr starkes Farbsignal zu erwarten ist. Reichte die Karies nur bis in die äußere Dentinhälfte, ergab sich nur ein schwaches Farbsignal des Laktatnachweises. Bei Läsionsbreiten von über 900  $\mu\text{m}$  ergab sich ein Farbsignal mittlerer Intensität, während die Gruppe von Füllungsändern mit Außenläsionen kleiner als 300  $\mu\text{m}$  mit dem Laktatnachweis mit hoher Wahrscheinlichkeit als kariesfrei einzuschätzen war. Randverfärbungen geringer Ausprägung, d.h. hell-kreidige bis braun-schwarze Füllungsänder ließen sich nicht signifikant voneinander unterscheiden.
4. Für den Laktatnachweis konnte eine Sensitivität von 51,6 % und eine Spezifität von 83,3 % ermittelt werden.

### **FAZIT**

Somit ergab sich in dieser Studie ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Laktatnachweis und der Sekundärkaries am Füllungsrand: Die Verfärbung des Laktatnachweises korrelierte mit der Kariestiefe (C-Grad) am stärksten, war aber dennoch schwach. Der Versuch die Farbreaktion des Laktatnachweises einer bestimmten Kariestiefe, Kariesbreite oder Verfärbungsgrad am Füllungsrand zuzuordnen, war in der Regel nur für fortgeschrittene kariöse Läsionen mit eingebrochenem Füllungsrand möglich, für die der praktische Zahnarzt jedoch in aller Regel keine diagnostische Stütze braucht.

# 7 Anhang

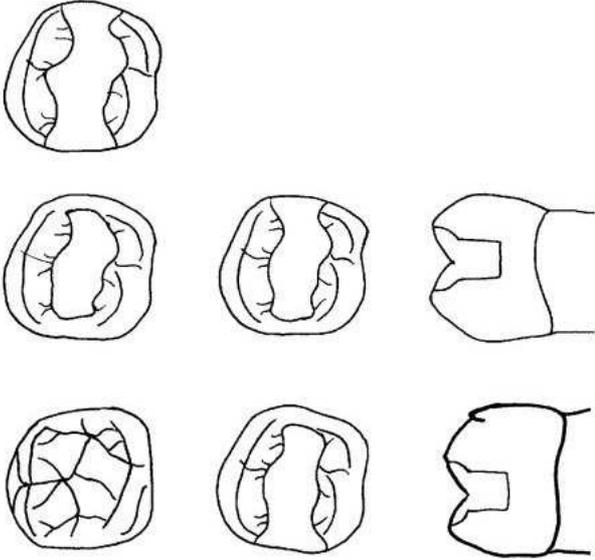
## 7.1 Kurzanleitung des Laktattests



## 7.2 Dokumentationsbögen für Clinpro™ Cario Diagnosis- Abformung

**Dokumentationsbogen für  
Clinpro™ Cario Diagnosis - Abformung**  
Zahn: Molaren-Schema 2. Quadrant

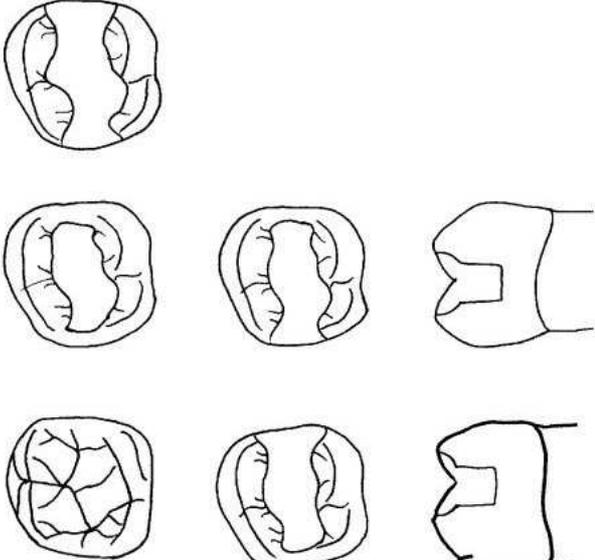
Patient: \_\_\_\_\_  
 Füllungsmaterial: Am - Ko - GIZ \_\_\_\_\_  
 Zahnstein: ja - nein \_\_\_\_\_  
 Notizen: \_\_\_\_\_



The diagram shows three views of a molar tooth in the second quadrant. The top view is an occlusal view showing the crown and root. The middle view is a lingual view showing the lingual surface of the crown and root. The bottom view is a buccal view showing the buccal surface of the crown and root.

**Dokumentationsbogen für  
Clinpro™ Cario Diagnosis - Abformung**  
Zahn: Molaren-Schema 1. Quadrant

Patient: \_\_\_\_\_  
 Füllungsmaterial: Am - Ko - GIZ \_\_\_\_\_  
 Zahnstein: ja - nein \_\_\_\_\_  
 Notizen: \_\_\_\_\_

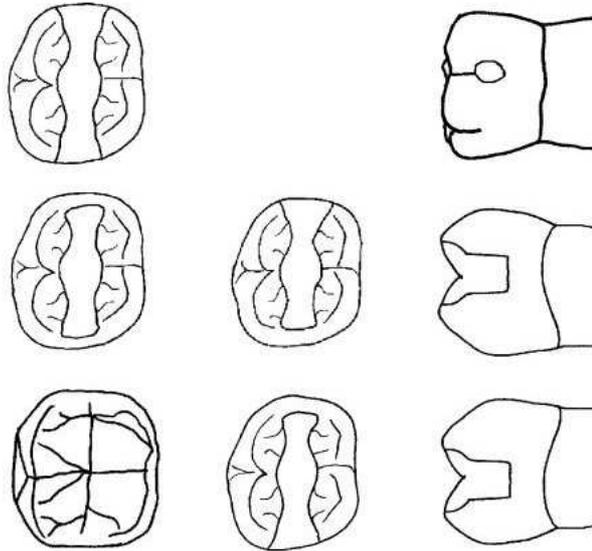


The diagram shows three views of a molar tooth in the first quadrant. The top view is an occlusal view showing the crown and root. The middle view is a lingual view showing the lingual surface of the crown and root. The bottom view is a buccal view showing the buccal surface of the crown and root.

**Dokumentationsbogen für  
Clinpro™ Cario Diagnosis - Abformung  
Zahn: Molaren-Schema 4. Quadrant**

Patient:

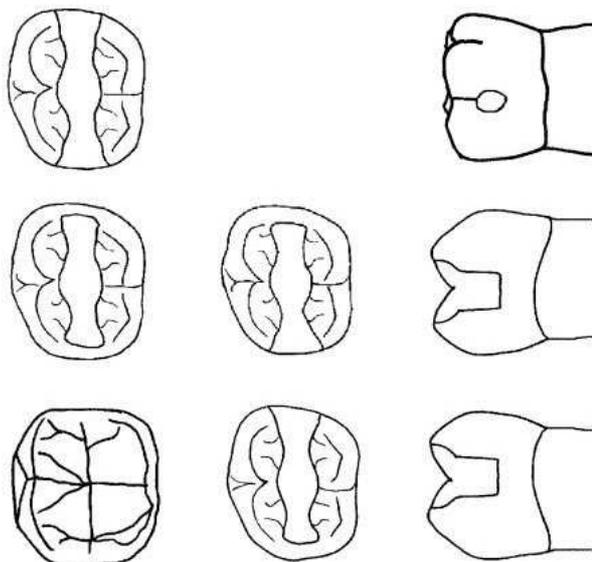
Füllungsmaterial: Am - Ko - GIZ  
Zahnstein: ja - nein  
Notizen:

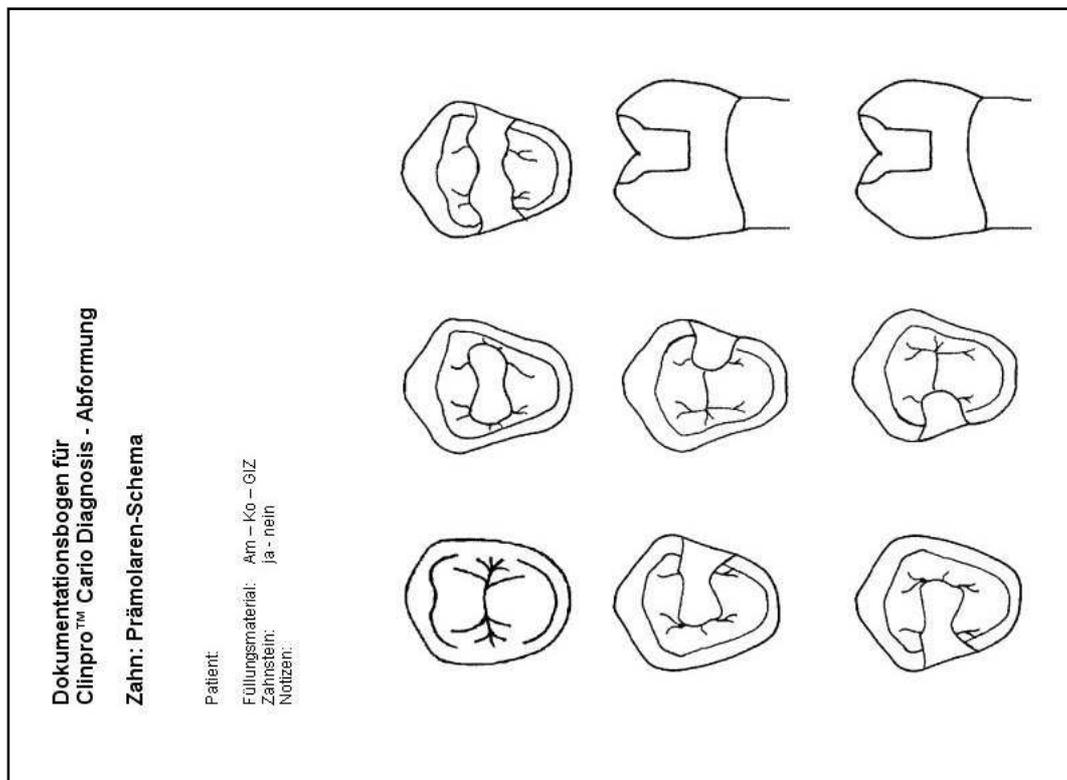


**Dokumentationsbogen für  
Clinpro™ Cario Diagnosis - Abformung  
Zahn: Molaren-Schema 3. Quadrant**

Patient:

Füllungsmaterial: Am - Ko - GIZ  
Zahnstein: ja - nein  
Notizen:





### 7.3 Kriterien nach Ryge

#### A. Oberflächentextur

Alpha: Die Oberfläche der Restauration ist glatt und hochglanzpoliert.

Bravo: Die Oberfläche ist leicht rau und kann poliert werden.

Charlie: Die Oberfläche ist sehr rau, weist Furchen auf und kann nicht rekonturiert werden.

Delta: Die Oberfläche ist frakturiert oder splittert ab.

## **B. Farbanpassung**

Die Farbanpassung der Restauration wird unter Wegdrehen der Operationslampe bei Tageslicht beurteilt.

Alpha: Die Farbanpassung der Restauration ist exzellent. Es besteht kein Unterschied in Farbton, Helligkeit und Transparenz zwischen Restauration und angrenzender Zahnhartsubstanz

Bravo: Die Farbanpassung der Restauration ist akzeptabel. Es bestehen leichte Farbdifferenzen bzw. Transluzenzunterschiede zwischen Restauration und angrenzender Zahnstruktur. Die Restauration ist etwas zu hell, dunkel, transparent oder opak.

Charlie: Die Farbanpassung der Restauration ist nicht akzeptabel. Die Restauration ist im Vergleich zur angrenzenden Zahnstruktur viel zu hell, dunkel, transparent oder opak.

Delta: Eine sofortige Erneuerung aus Farbanpassungsgründen ist erforderlich.

## **C. Anatomische Form der Oberfläche**

Das Charakteristikum „Anatomische Form“ beinhaltet die Konturen der Gesamtrestauration.

Alpha: Die Kontur der Restauration setzt die existierende anatomische Form des Restzahns fort. Die Höcker, Abhänge, Fissuren, Randleisten und Approximalflächen wurden adäquat rekonstruiert.

Bravo: Die Restauration ist leicht unterkonturiert oder überkonturiert, jedoch klinisch akzeptabel.

Charlie: Die Restauration ist stark unterkonturiert.

Delta: Eine sofortige Erneuerung der Restauration aufgrund der anatomischen Form ist erforderlich.

#### **D. Anatomische Form am Übergang Restauration / Zahn**

Die Restauration wird in ihrem gesamten Randbereich auf inlaybedingte negative und oder positive Stufen untersucht.

Alpha: Der Übergang von Inlay zum Restzahn ist im gesamten Randbereich mit der spitzen Sonde nicht zu spüren.

Bravo: Beim Übergang vom Inlay zum Restzahn ist eine klinisch voll akzeptable leicht negative und oder positive Stufe tastbar.

Charlie: Am Übergang vom Inlay zum Zahn ist eine stark negative und / oder positive Stufe tastbar.

Delta: Eine sofortige Erneuerung der Restauration aufgrund einer negativen und oder positiven Stufe am Übergang ist erforderlich.

#### **E. Marginale Integrität**

Alpha: Es ist kein Randspalt sondierbar. Die Klebefuge hebt sich weder in Form noch in Farbe von der Restauration und dem Restzahn ab und setzt die Konturen am Übergang Zahn / Inlay harmonisch fort.

Bravo: Die marginale Integrität ist klinisch akzeptabel. Es besteht ein Klebeüberschuß oder eine negative Klebefuge, die als spürbarer Spalt mit der spitzen Sonde an der Grenzfläche Inlay / Zahn sondierbar ist.

Charlie: Tiefe Randspalten oder stark negative Klebefugen, die sich bis zum Dentin oder zur Unterfüllung ausdehnen, erfordern eine Erneuerung der Restauration aus Präventionsgründen.

Delta: Besteht eine Lockerung der Restauration oder erstreckt sich eine Sekundärkaries bis ins Dentin, ist eine umgehende Erneuerung der Versorgung erforderlich.

### **F. Randverfärbung**

Alpha: Es ist keine Randverfärbung erkennbar.

Bravo: Es ist eine oberflächliche Verfärbung der Klebefuge zu erkennen.

Charlie: Es handelt sich um starke Verfärbungen, die in pulpale Richtungen penetrieren.

Delta: Die Restauration muß sofort erneuert werden, wenn Sekundärkaries diagnostiziert wurde.

### **G. Integrität Zahn**

Der Restzahn wird sorgfältig auf Absplitterungen, Risse und Frakturen untersucht.

Alpha: Die vollständige Integrität des Restzahnes ist gegeben.

Bravo: Eine leichte, rekonturierbare Absplitterung oder ein Haarriß liegt vor.

Charlie: Eine starke, nicht rekonturierbare Absplitterung bzw. eine Absplitterung von Hartschubstanz mit freiliegendem Dentin und oder Unterfüllung ist feststellbar. Ein Eindringen der Sonde in einen Riß ist möglich.

Delta: Bei einer Höcker- oder Zahnfraktur ist eine sofortige Erneuerung indiziert.

### **H. Integrität Inlay**

Die Restauration wird auf Absplitterungen, Risse und Frakturen untersucht.

Alpha: Die Restauration weist keine Absplitterungen, Risse und Frakturen auf.

Bravo: Eine leichte, ohne eingreifende Veränderung der anatomischen Form rekonturierbare Absplitterung der Restauration bzw. eine nicht durchgehende Rißbildung liegt vor.

Charlie: Es ist eine nicht rekonturierbare Absplitterung der Restauration gegebenenfalls mit Freilegung des Dentins und oder der Unterfüllung zu verzeichnen oder es liegt eine durchgehende Rißbildung vor.

Delta: Die Restauration ist frakturiert mit teilweiser oder vollständiger Lockerung bzw. nach der Fraktur ist ein Verlust der Restauration aufgetreten.

#### **J. Okklusion / Artikulation**

Die Okklusions- und Artikulationskontrolle erfolgt mit einseitig beschichteter Hanelfolie (Dicke 18 µm).

Alpha: Die vorhandenen Okklusionskontakte sind punktförmig und stabilisieren den Zahn in seiner Lage.

Bravo: Die vorhandene Kontaktsituation ist klinisch akzeptabel. Falls zur Vermeidung möglicher künftiger Schäden eine Rekonturierung nötig wird, erfolgen entsprechende Einschleifkorrekturen.

Charlie: Besteht trotz möglicher Okklusionskontakte eine Infraokklusion und ist somit ein künftiger Schaden für das stomathognathe System wahrscheinlich, sollte aus Präventionsgründen die Restauration erneuert werden.

Delta: Eine Inlayfraktur und oder Zahnfraktur wegen falscher Okklusions- bzw. Artikulationskontakte erfordert unmittelbar eine Erneuerung.

### **K. Approximalkontakt**

Die Überprüfung der Approximalkontakte geschieht mit einer ungewachster Zahnseide.

Alpha: Der Approximalkontakt ist physiologisch, d.h. die Zahnseide lässt sich trotz anatomisch möglichen Kontakten ohne Druck in den Zahnzwischenraum einführen.

Bravo: Der Approximalkontakt ist klinisch akzeptabel. Der Kontakt ist etwas zu schwach bzw. etwas zu stark.

Charlie: Der Approximalkontakt ist viel zu schwach, so daß eine künftige Traumatisierung der Zähne und oder angrenzender Gewebe möglich ist.

Delta: Bei einer starken Traumatisierung der Papille aufgrund der approximalen Gestaltung ist eine umgehende Erneuerung indiziert.

### **L. Sensibilität**

Die Sensibilität wird mit Hilfe von CO<sub>2</sub>-Schnee getestet.

Alpha: Die Sensibilität ist im Vergleich zum Ausgangsbefund unverändert.

Bravo: Die Sensibilität ist objektivierbar leicht verfrüht / verstärkt oder leicht verzögert / schwach und unterscheidet sich vom Ausgangszustand.

Charlie: Die Sensibilität ist im Vergleich zum Zustand vor der Inlayeingliederung stark verfrüht / verstärkt bzw. stark verzögert / schwach. Eine Erneuerung der Restauration zur Vermeidung weiterer Schäden ist erforderlich und eine Pulpabehandlung sollte eingeleitet werden.

Delta: Die Sensibilität ist negativ bei positivem Ausgangsbefund, eine Wurzelkanalbehandlung ist sofort indiziert.

### **M. Gingiva**

Der Zustand der approximalen Gingiva wird mittels Sicht- und Sondierungsprobe mit den Nachbarzähnen bzw. korrespondierenden unversorgten Zähnen verglichen.

Alpha: Die proximale Gingiva restaurierter Zähne ist vergleichbar mit der unversorgter Zähne.

Bravo: Die proximale Gingiva ist vergleichsweise leicht entzündet wegen eines Spaltes, Klebeüberschusses, einer positiven und / oder negativen Stufe oder wegen einer Rauigkeit oder einem zu weiten Approximalbereich.

Charlie: Die Gingiva ist vergleichsweise stark entzündet. Um eine Parodontitis zu vermeiden, sollte die Restauration bald erneuert werden.

Delta: Liegt im approximalen Bereich bereits eine Parodontitis vor, die vermutlich durch die Restauration verursacht wird, sollte diese sofort erneuert werden.

### **N. Postoperative Beschwerden**

Das Charakteristikum „postoperative Beschwerden“ wird durch Befragung des Patienten erhoben und ist deshalb sehr subjektiv.

Alpha: Es bestehen keinerlei Beschwerden, die Restauration ist vollständig inkorporiert. Eventuell bestehende, nicht restaurationsbedingte Beschwerden sind identisch mit der Ausgangssituation.

Bravo: Der Patient gibt leicht Schmerzen auf heiß / kalt, süß / sauer, Belastung, Entlastung oder spontan an. Die Schmerzen dauerten nur etwa vier Wochen an, oder können durch eine Einschleiftherapie behoben werden.

Charlie: Der Patient klagt über permanente Schmerzen, die ihn so beeinträchtigen, dass eine Behandlung erfolgen muss.

Delta: Die Schmerzen sind so stark, dass eine Wurzelkanalbehandlung notwendig ist.

### **O. Hinweise des Patienten**

Der Patient wird befragt, wie er mit der Versorgung zufrieden ist.

Alpha: Der Patient ist vollauf zufrieden, würde sich jederzeit erneut mit dem gleichen Material versorgen lassen.

Bravo: Der Patient ist zufrieden, eine andere Art der Versorgung käme eventuell auch in Betracht.

Charlie: Der Patient ist unzufrieden und übt Kritik wegen der Ästhetik, dem Kaukomfort, dem Zeitaufwand oder wegen anhaltender Beschwerden.

Delta: Der Patient ist mit der Versorgung völlig unzufrieden und wünscht eine sofortige Erneuerung.

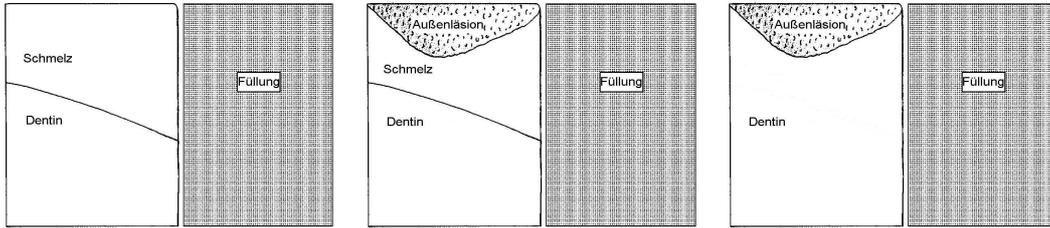


Fallnummer	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
<b>Patientennummer</b>	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	45	45	45	68	27	55	55	55													
<b>Alter (Jahre)</b>	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	45	45	45	68	27	55	55	55													
<b>Geschlecht</b> 0=♀ 1=♂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0													
<b>DMF-S-Index</b>	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	80	102	102	110	91	83	83	83													
<b>Zahn</b>	17	26	36	37	46	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	36	35	36	36	36	12	17	18													
<b>Füllungsmaterial</b> Am = 1 / Ko = 2 / GIZ = 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1													
<b>Füllungsalter</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	1,5	10	10	10	10	20	20													
<b>Fluoridierungsmaßnahmen</b> ja = 0 / nein = 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0													
<b>Makroskopischer Zahnstein</b> nicht vorhanden = 0 / vorhanden = 1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<b>Mikroskopischer Zahnstein</b> nicht vorhanden = 0 / vorhanden = 1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
<b>Clinpro™-Färbung Füllungsrand</b> Färbungsgrad 0 = keine Färbung 1 = schwache Färbung 2 = starke Färbung	1	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	1	1	0	0	0	0	2	0	1	1	1	0	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	0	0	
<b>Clinpro™-Färbung Füllungsfläche</b> 0 = keine Färbung 1 = schwache Färbung 2 = starke Färbung	0	0	0	2	2	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Kariestiefe (C-Grad)</b> 0 = o.B. 1 = äußere Schmelzhälfte 2 = innere Schmelzhälfte 3 = äußere Dentinhälfte 4 = innere Dentinhälfte	1	1	2	1	0	1	2	1	3	3	1	1	3	1	3	2	3	2	3	3	1	3	4	4	4	3	2	3	3	2	1	3	3	0	2	1
<b>Defekt- und Verfärbungsgrad am Füllungsrand (D-Grad)</b> 0 = gesund 1 = helle Linie, kreidiger Rand 2 = braune bis schwarze Linie 3 = sicherer Defekt ≤ 2 mm 4 = sicherer Defekt > 2 mm	2	2	2	1	0	3	1	3	3	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	3	4	2	4	4	3	3	3	2	2	4	3	1	0	0
<b>Kariesformation</b> Kavitätenwandläsion ohne Außenläsion = 0 Kavitätenwandläsion mit Außenläsion = 1 Außenläsion ohne Kavitätenwandläsion = 2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	2	1	0	0	0	1	2	2	1	0	0	1
<b>Breite der Kontaktstrecke (µm)</b>	551	275	1546	121	276	544	636	362	921	1065	449	72	1166	724	738	318	304	297	197	1820	113	1065	902	969	4918	863	630	503	442	502	1145	2795	1518	1795	914	815

Zahn nach Schnitttherstellung unbrauchbar

Tab.7.2: Falltabelle Teil 2

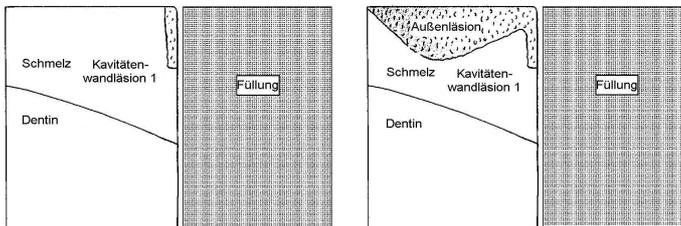
## 7.5 aufgetretene Sekundärkaries-Formationen



Gesund

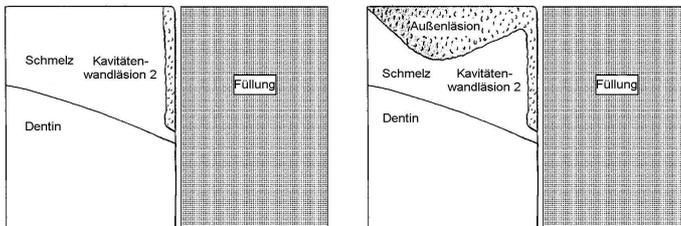
Außenläsion im Schmelz

Außenläsion im Zement



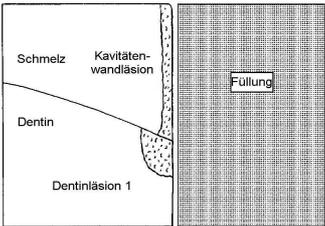
Kavitätenwandläsion Typ 1  
(bis in äußere Schmelzhälfte)

plus Außenläsion

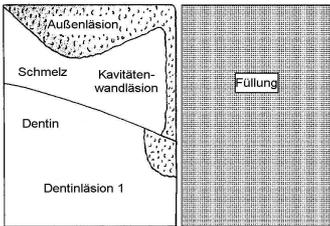


Kavitätenwandläsion Typ 2  
(bis in innere Schmelzhälfte)

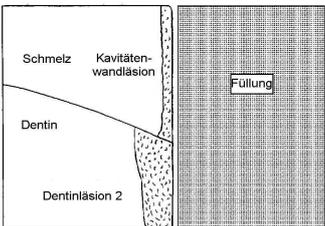
plus Außenläsion



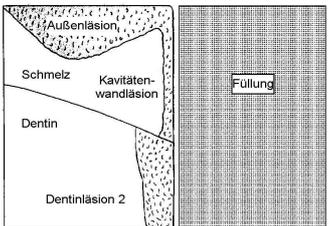
Dentinläsion Typ 1  
(bis in äußere Dentinhälfte)



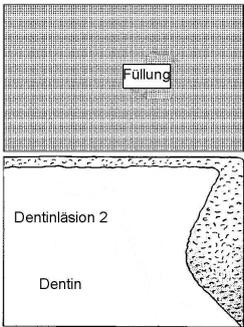
plus Außenläsion



Dentinläsion Typ 2  
(bis in innere Dentinhälfte)



plus Außenläsion



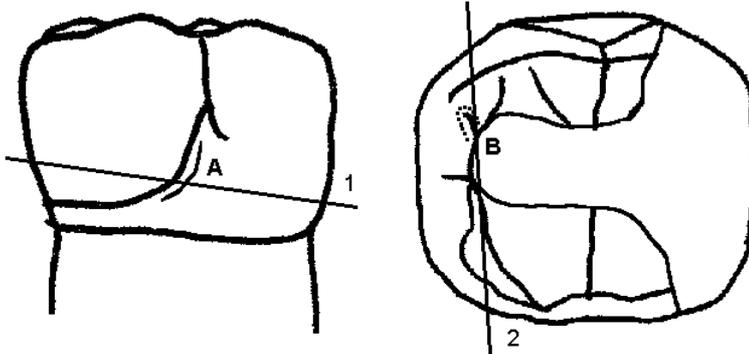
Dentinläsion Typ 2  
in Zement  
plus Außenläsion

## 7.6 Falldokumentation

Fall: 1/WH/36

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
—————	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

### Klinische Beurteilung / Schnittführung:



Klin. D-Grad: A: D4  
 Flg. Material: A: Am

B: D2  
 B: Am

C:  
 C:

### Clinpro™ Cario Diagnosis - Dokumentation:



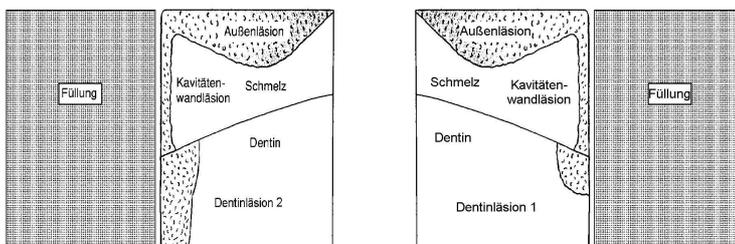
Färbungsgrad: A: 2  
 Notiz:

B: 2

C:

Abformfläche über der Füllung inhomogen positiv (Färbungsgrad 1)

### Kariesformation im Schnittbild:



C-Grad: A: C4  
 Kontaktstrecke: A: 1230 µm

B: C3  
 B: 555 µm

C:  
 C:

## Fall: 1/WH/36

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** W.H.  
**Alter:** 67  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 128

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 36  
Füllungslokalisierung: 1) omb 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

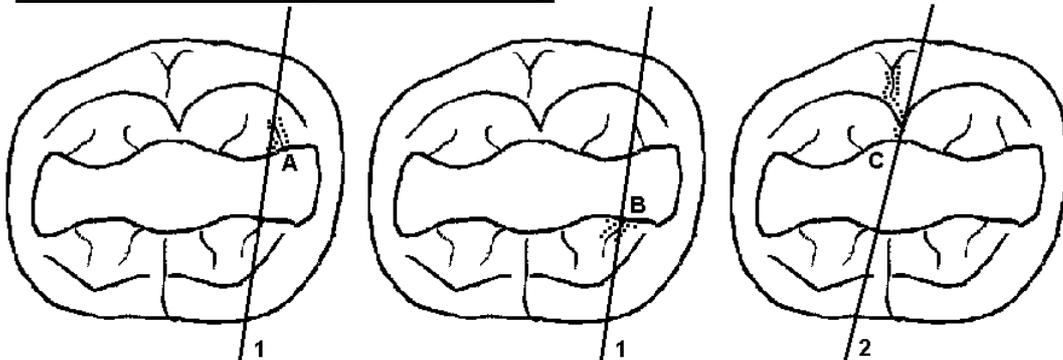
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Fllg. 1</b>	<b>Fllg. 2</b>	<b>Fllg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>omb</b>		
1) Oberflächentextur:	d		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	d		
4) Anatomische Form am Übergang:	d		
5) Marginale Integrität:	d		
6) Randverfärbung:	d		
7) Integrität Zahn:	d		
8) Integrität Füllung:	c		
9) Okklusion / Artikulation:		d	
10) Approximalkontakt:	mesial:	d	distal: -
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		d	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		d	

Fall: 2/L/37

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

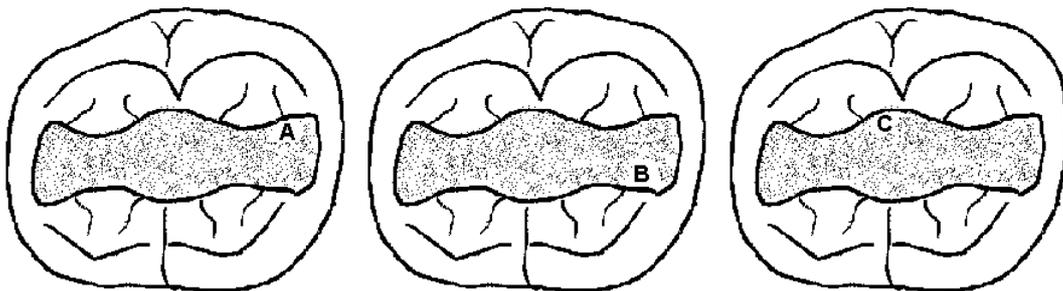


Klin. D-Grad: A: D2  
Flg. Material: A: Am

B: D2  
B: Am

C: D2  
C: Am

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**



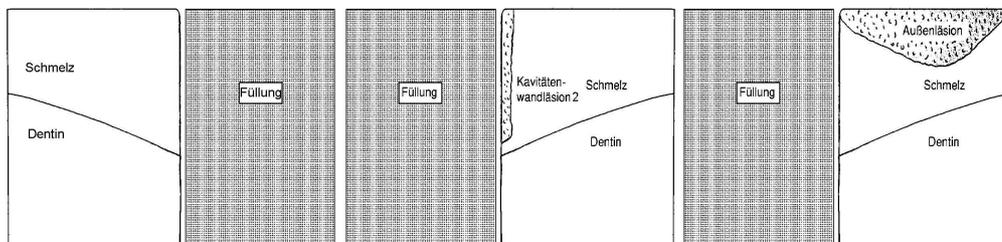
Färbungsgrad: A: 0  
Notiz:

B: 0

C: 0

Abformfläche über der Füllung homogen positiv (Färbungsgrad 1)

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad: A: C0 / ZST  
Kontaktstrecke: A: 200 µm

B: C2  
B: 418 µm

C: C1  
C: 809 µm

## Fall: 2/L/37

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** L.  
**Alter:** 31  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 32

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 37  
Füllungslokalisierung: 1) okklusal 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 5a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>okklusal</b>		
1) Oberflächentextur:	b		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b		
4) Anatomische Form am Übergang:	b		
5) Marginale Integrität:	c		
6) Randverfärbung:	b		
7) Integrität Zahn:	a		
8) Integrität Füllung:	a		
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		b	



## Fall: 3/PM/46

### Patientenspezifische Daten:

**Name:** P.M.  
**Alter:** 71  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 100

### Zahnspezifische Daten:

Zahn: 46  
 Füllungslokalisierung: 1) okklusal 2) okklusal 3) bukkal  
 Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Komposit 3) Komposit  
 Füllungsalter: 1) < 5a 2) < 5a 3) < 5a  
 Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) nein 3) nein  
 Fluorid (ja/nein): nein

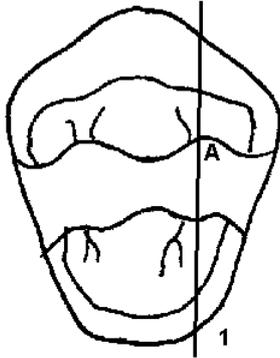
### Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):

Füllungslokalisierung	Flg. 1	Flg. 2	Flg. 3
	okklusal	okklusal	bukkal
1) Oberflächentextur:	c	b	c
2) Farbanpassung:	-	b	c
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b	b	c
4) Anatomische Form am Übergang:	b	b	c
5) Marginale Integrität:	c	b	c
6) Randverfärbung:	b	b	d
7) Integrität Zahn:	a	a	a
8) Integrität Füllung:	c	a	c
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 4/DK/15

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:

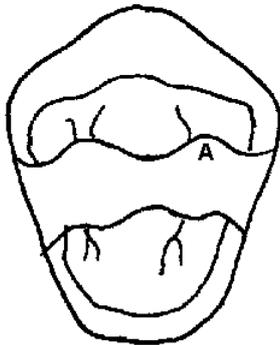
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

Klin. D-Grad: A: D0  
 Flg. Material: A: Ko

B:  
 B:

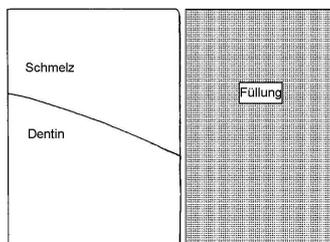
C:  
 C:

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

Färbungsgrad: A: 0  
 Notiz: Abformfläche über der Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

B:

C:

**Kariesformation im Schnittbild:**

C-Grad: A: C0  
 Kontaktstrecke: A: 0 µm

B:

C:

## Fall: 4/DK/15

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** D.K.  
**Alter:** 41  
**Geschlecht:** w  
**DMF-S-Index:** 52

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 15  
Füllungslokalisation: 1) mod 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Komposit 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 5a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Fllg. 1</b>	<b>Fllg. 2</b>	<b>Fllg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>mod</b>		
1) Oberflächentextur:	c		
2) Farbanpassung:	c		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	c		
4) Anatomische Form am Übergang:	b		
5) Marginale Integrität:	b		
6) Randverfärbung:	c		
7) Integrität Zahn:	a		
8) Integrität Füllung:	b		
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	b distal:	b
11) Sensibilität:		b	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		b	
14) Hinweise des Patienten:		b	



## Fall: 5/SM/47

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** S.M.  
**Alter:** 48  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 75

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 47  
Füllungslokalisation: 1) okklusal 2) oral 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Amalgam 3)  
Füllungsalter: 1) < 20a 2) < 20a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) ja 2) nein 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

Füllungslokalisation	Flg. 1	Flg. 2	Flg. 3
	okklusal	oral	
1) Oberflächentextur:	d	d	
2) Farbanpassung:	-	-	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b	d	
4) Anatomische Form am Übergang:	b	d	
5) Marginale Integrität:	d	d	
6) Randverfärbung:	d	d	
7) Integrität Zahn:	c	c	
8) Integrität Füllung:	d	b	
9) Okklusion / Artikulation:		c	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		b	



## Fall: 6/SO/27

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** S.O.  
**Alter:** 74  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 95

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 27  
Füllungslokalisierung: 1) mo 2) distal 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Komposit 3)  
Füllungsalter: 1) < 3a 2) < 3a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) ja 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

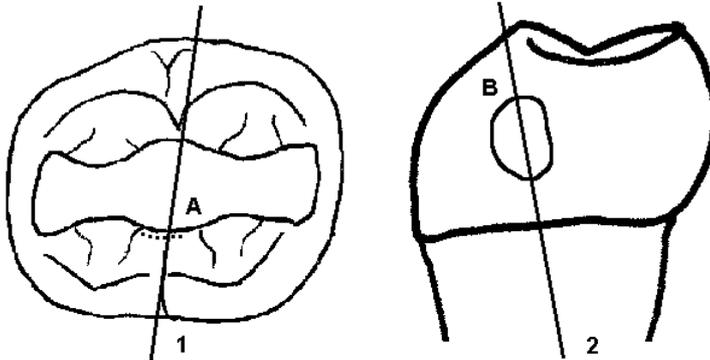
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>mo</b>	<b>distal:</b>	
1) Oberflächentextur:	c	b	
2) Farbanpassung:	-	c	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	c	b	
4) Anatomische Form am Übergang:	b	c	
5) Marginale Integrität:	b	c	
6) Randverfärbung:	b	d	
7) Integrität Zahn:	b	b	
8) Integrität Füllung:	a	c	
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		b	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 7/HH/38

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kroidiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

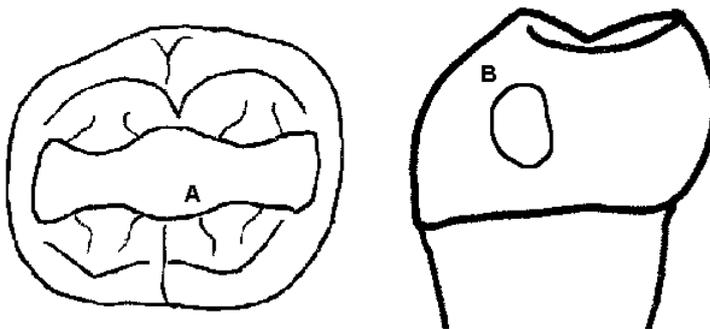


Klin. D-Grad: A: D2  
 Flg. Material: A: Am

B: D0  
 B: Am

C:  
 C:

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

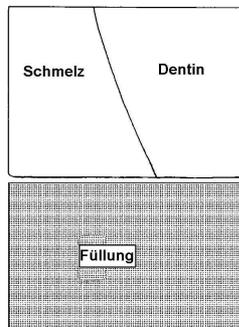
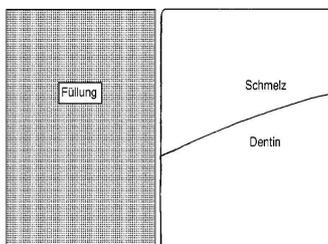


Färbungsgrad: A: 0  
 Notiz: Abformfläche über der Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

B: 0

C:

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad: A: C0  
 Kontaktstrecke: A: 0 µm

B: C0  
 B: 0 µm

C:  
 C:

## Fall: 7/HH/38

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H.H.  
**Alter:** 66  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 112

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 38  
Füllungslokalisation: 1) okklusal 2) distal 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Amalgam 3)  
Füllungsalter: 1) < 20a 2) < 20a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) nein 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

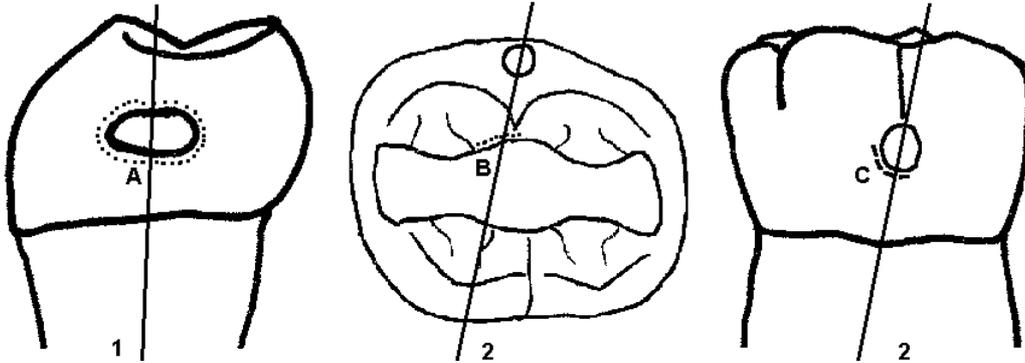
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

Füllungslokalisation	Flg. 1	Flg. 2	Flg. 3
	okklusal	distal:	
1) Oberflächentextur:	b	b	
2) Farbanpassung:	-	-	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b	b	
4) Anatomische Form am Übergang:	b	b	
5) Marginale Integrität:	b	a	
6) Randverfärbung:	b	b	
7) Integrität Zahn:	a	a	
8) Integrität Füllung:	b	b	
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		b	
13) Beschwerden:		b	
14) Hinweise des Patienten:		a	

Fall: 8/DJ/47

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

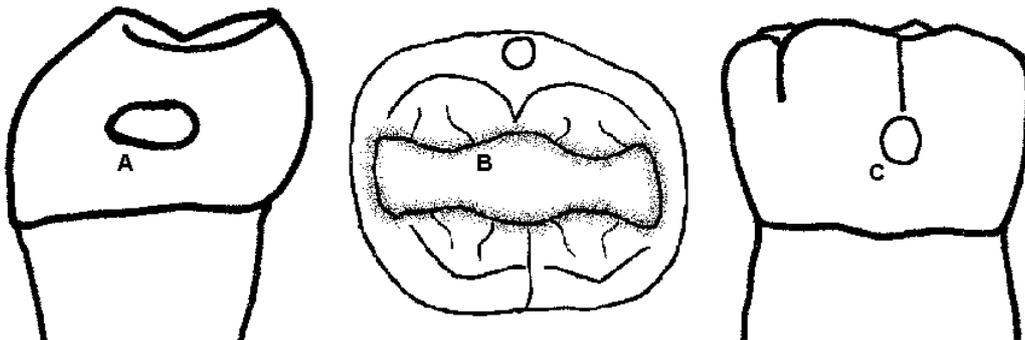


Klin. D-Grad: A: D2  
 Flg. Material: A: Ko

B: D2  
 B: Am

C: D3  
 C: Ko

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

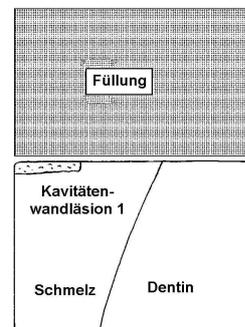
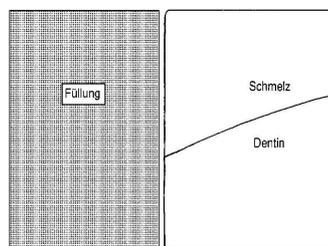
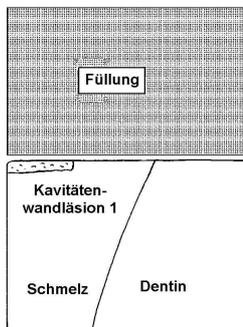


Färbungsgrad: A: 0  
 Notiz: Abformfläche über der Füllung negativ ( Färbungsgrad 0)

B: 1

C: 0

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad: A: C1  
 Kontaktstrecke: A: 106 µm

B: C0  
 B: 0 µm

C: C1  
 C: 200 µm

## Fall: 8/DJ/47

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** D.J.  
**Alter:** 50  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 38

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 47  
Füllungslokalisierung: 1) mesial 2) okklusal 3) bukkal  
Füllungsmaterial: 1) Komposit 2) Amalgam 3) Komposit  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) < 10a 3) < 10a  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) nein 3) nein  
Fluorid (ja/nein): nein

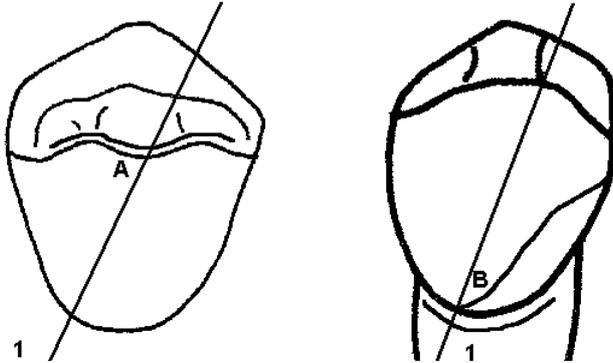
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

Füllungslokalisierung	Flg. 1	Flg. 2	Flg. 3
	mesial	okklusal	bukkal
1) Oberflächentextur:	c	c	c
2) Farbanpassung:	c	-	c
3) Anatomische Form der Oberfläche:	c	b	c
4) Anatomische Form am Übergang:	c	d	c
5) Marginale Integrität:	d	c	d
6) Randverfärbung:	d	b	d
7) Integrität Zahn:	a	a	a
8) Integrität Füllung:	c	b	c
9) Okklusion / Artikulation:		c	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		d	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 9/ES/25

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

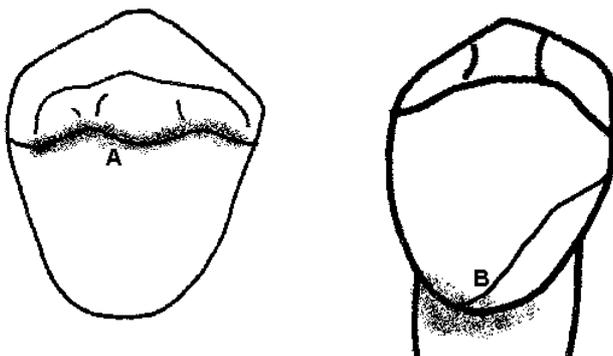


Klin. D-Grad: A: D4  
Flg. Material: A: Am

B: D4  
B: Am

C:  
C:

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

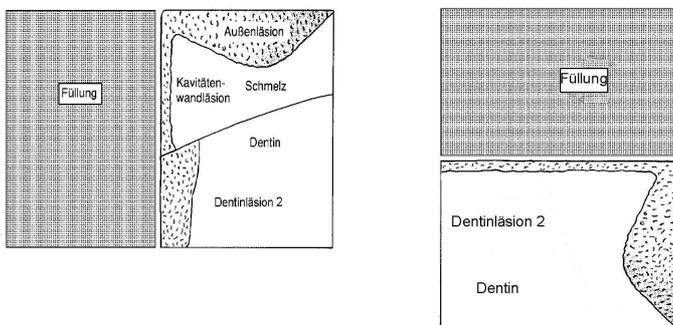


Färbungsgrad: A: 2  
Notiz: Abformfläche über der Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

B: 2

C:

**Kariesformation im Schnittbild:**



Histol. C-Grad: A: C4  
Kontaktstrecke: A: 548 µm

B: C4  
B: 3922 µm

C:  
C:

## Fall: 9/ES/25

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** E.S.  
**Alter:** 44  
**Geschlecht:** w  
**DMF-S-Index:** 105

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 25  
Füllungslokalisierung: 1) mod-oral 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 5a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

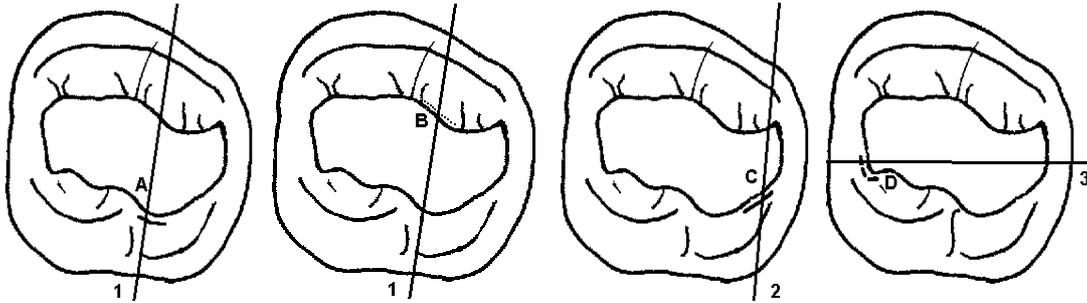
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>mod-oral</b>		
1) Oberflächentextur:	d		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	d		
4) Anatomische Form am Übergang:	d		
5) Marginale Integrität:	d		
6) Randverfärbung:	d		
7) Integrität Zahn:	d		
8) Integrität Füllung:	d		
9) Okklusion / Artikulation:		d	
10) Approximalkontakt:	mesial:	c distal:	c
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		d	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		c	

Fall: 10/ES/26

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**



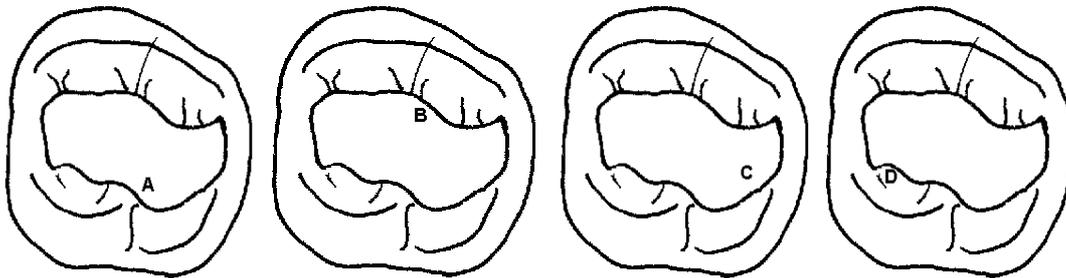
Klin. D-Grad: A: D4  
Flg. Material: A: Am

B: D2  
B: Am

C: D4  
C: Am

D: D3  
D: Am

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**



Färbungsgrad: A: 0  
Notiz:

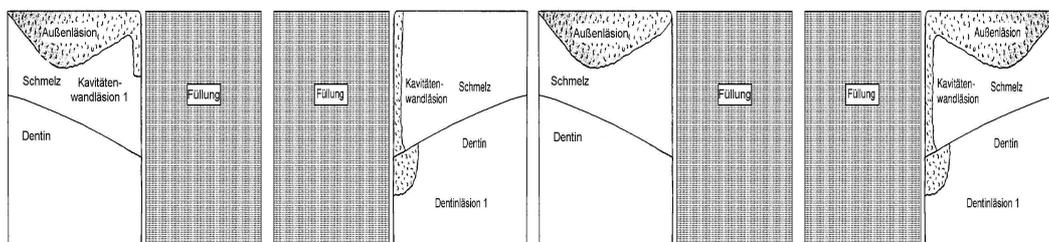
B: 0

C: 0

D: 0

Abformfläche über der Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad: A: C1  
Kontaktstrecke: A: 424 µm

B: C3  
B: 472 µm

C: C1  
C: 452 µm

D: C2  
D: 528 µm

## Fall: 10/ES/26

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** E.S.  
**Alter:** 44  
**Geschlecht:** w  
**DMF-S-Index:** 105

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 26  
Füllungslokalisation: 1) okklusal 2) mesial 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Amalgam 3)  
Füllungsalter: 1) < 5a 2) < 5a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) nein 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

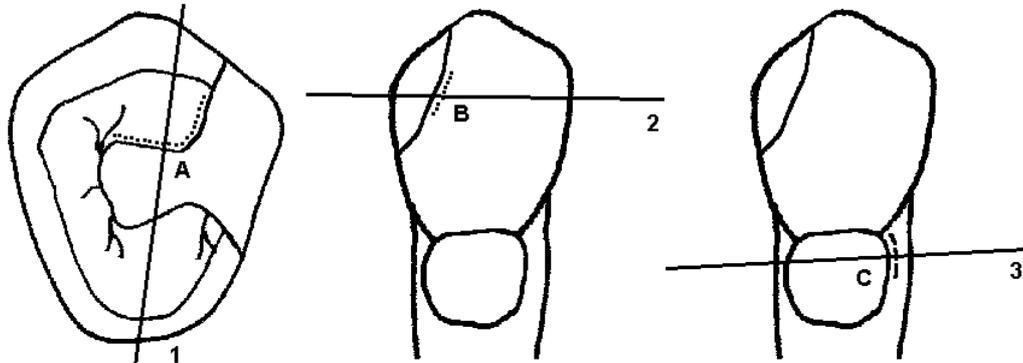
Füllungslokalisation	Flg. 1	Flg. 2	Flg. 3
	okklusal	mesial	
1) Oberflächentextur:	b	b	
2) Farbanpassung:	-	-	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	<b>b</b>	<b>b</b>	
4) Anatomische Form am Übergang:	b	d	
5) Marginale Integrität:	c	c	
6) Randverfärbung:	d	d	
7) Integrität Zahn:	b	b	
8) Integrität Füllung:	c	b	
9) Okklusion / Artikulation:		c	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		c	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		c	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 11/HW/25

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:

Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

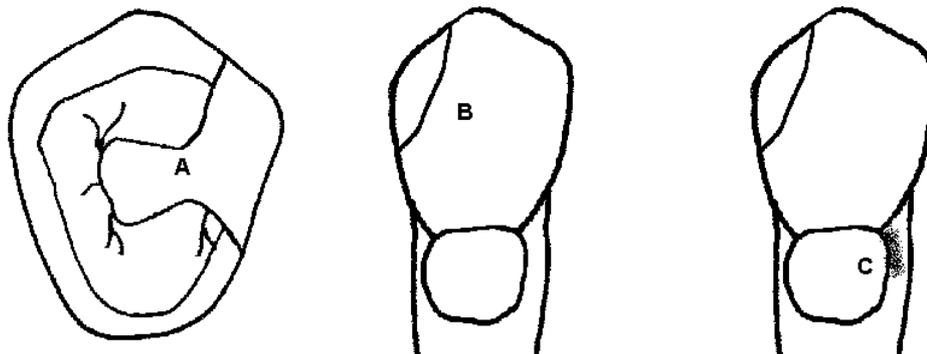


Klin. D-Grad: A: D2  
Flg. Material: A: Ko

B: D2  
B: Ko

C: D3  
C: Ko

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

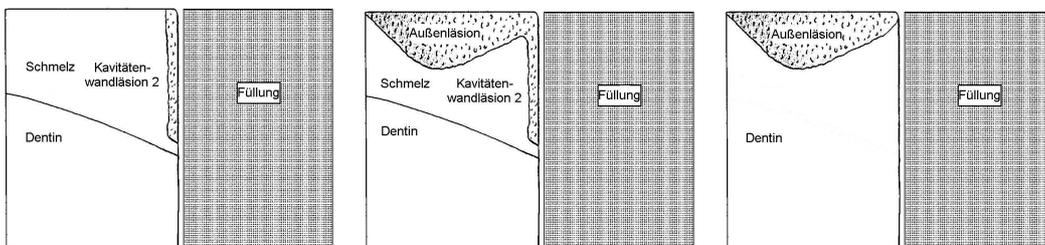


Färbungsgrad: A: 0  
Notiz: Abformfläche über der Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

B: 0

C: 2

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad: A: C2  
Kontaktstrecke: A 58 µm

B: C2  
B: 415 µm

C: C1  
C: 373 µm

## Fall: 11/HW/25

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H.W.  
**Alter:** 63  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 72

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 25  
Füllungslokalisation: 1) od 2) bukkal 3)  
Füllungsmaterial: 1) Komposit 2) Komposit 3)  
Füllungsalter: 1) < 5a 2) < 5a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) nein 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Fllg. 1</b>	<b>Fllg. 2</b>	<b>Fllg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>od</b>	<b>bukkal</b>	
1) Oberflächentextur:	b	b	
2) Farbanpassung:	c	c	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b	c	
4) Anatomische Form am Übergang:	b	d	
5) Marginale Integrität:	b	c	
6) Randverfärbung:	b	b	
7) Integrität Zahn:	b	b	
8) Integrität Füllung:	b	c	
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	b
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		c	
13) Beschwerden:		c	
14) Hinweise des Patienten:		b	



## Fall: 12/HW/48

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H.W.  
**Alter:** 63  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 72

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 48  
Füllungslokalisation: 1) mo-oral 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Komposit 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 5a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) ja 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

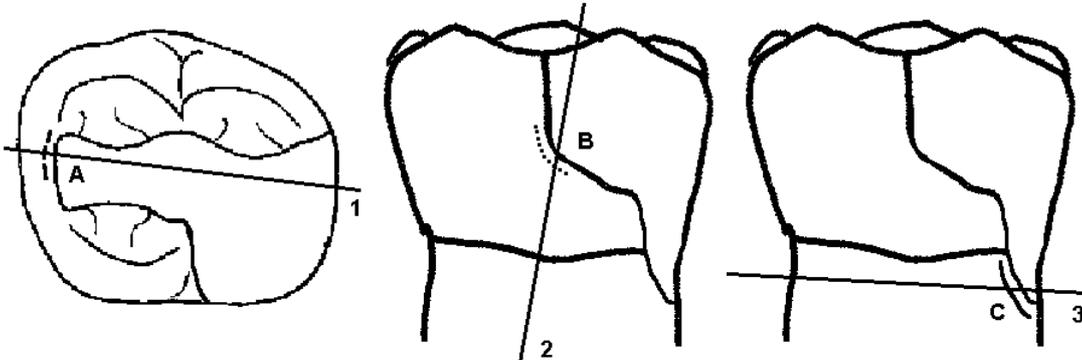
	<b>Fllg. 1</b>	<b>Fllg. 2</b>	<b>Fllg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>mo-oral</b>		
1) Oberflächentextur:	b		
2) Farbanpassung:	c		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b		
4) Anatomische Form am Übergang:	b		
5) Marginale Integrität:	a		
6) Randverfärbung:	a		
7) Integrität Zahn:	b		
8) Integrität Füllung:	a		
9) Okklusion / Artikulation:		a	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		a	

Fall: 13/KW/46

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:

Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreidiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

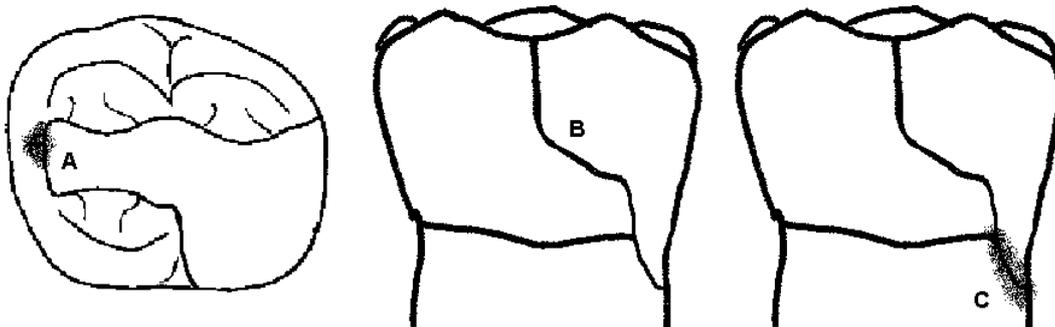


Klin. D-Grad: A: D3  
 Filg. Material: A: GIZ

B: D2  
 B: GIZ

C: D4  
 C: GIZ

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

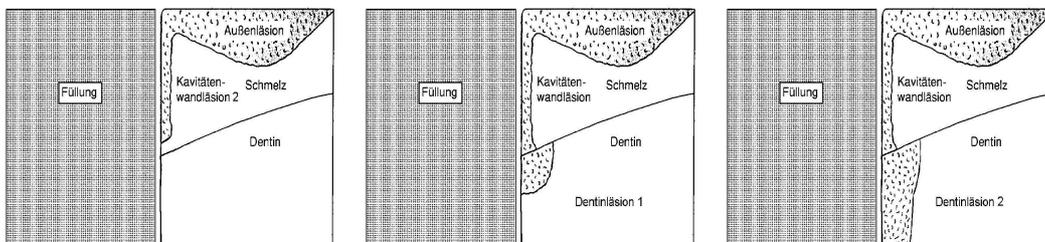


Färbungsgrad: A: 2  
 Notiz: Abformfläche über der Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

B: 0

C: 2

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad: A: C2  
 Kontaktstrecke: A: 524 µm

B: C3  
 B: 555 µm

C: C4  
 C: 5151 µm

## Fall: 13/KW/46

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** K.W.  
**Alter:** 53  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 78

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 46  
Füllungslokalisation: 1) od-oral 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) GIZ 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 5a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>od-oral</b>		
1) Oberflächentextur:	c		
2) Farbanpassung:	d		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	d		
4) Anatomische Form am Übergang:	d		
5) Marginale Integrität:	d		
6) Randverfärbung:	d		
7) Integrität Zahn:	b		
8) Integrität Füllung:	b		
9) Okklusion / Artikulation:		c	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		d	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		c	



## Fall: 14/SE/47

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** S.E.  
**Alter:** 73  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 86

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 47  
Füllungslokalisierung: 1) od-bukkal 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 20a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>od-bukkal</b>		
1) Oberflächentextur:	c		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	d		
4) Anatomische Form am Übergang:	d		
5) Marginale Integrität:	d		
6) Randverfärbung:	d		
7) Integrität Zahn:	d		
8) Integrität Füllung:	c		
9) Okklusion / Artikulation:		c	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		d	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		c	



## Fall: 15/H/16

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H  
**Alter:** 56  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 35

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 16  
Füllungslokalisierung: 1) mod 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 5a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

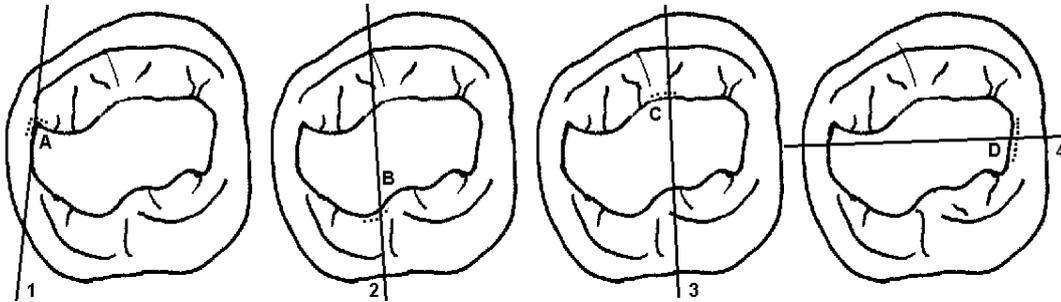
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>mod</b>		
1) Oberflächentextur:	b		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	c		
4) Anatomische Form am Übergang:	c		
5) Marginale Integrität:	b		
6) Randverfärbung:	b		
7) Integrität Zahn:	a		
8) Integrität Füllung:	b		
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 16/H/17

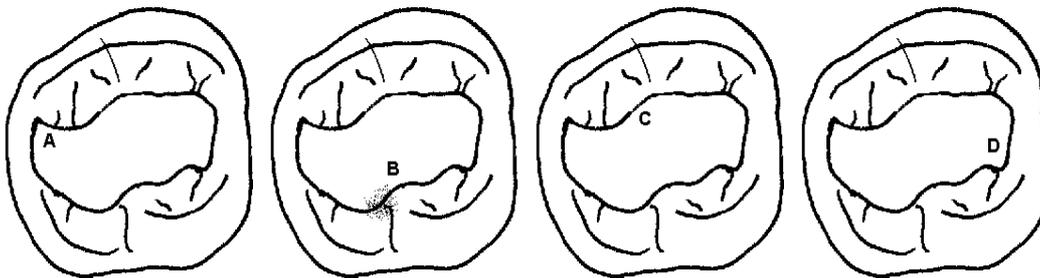
Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**



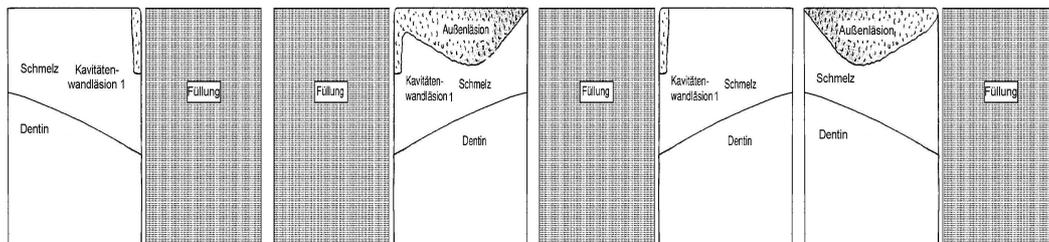
Klin. D-Grad: A: D2                      B: D2                      C: D2                      D: D2  
 Fllg. Material: A: Am                      B: Am                      C: Am                      D: Am / ZST

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**



Färbungsgrad: A: 0                      B: 1                      C: 0                      D: 0  
 Notiz:                      Abformfläche über Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad:                      A: C1 / ZST                      B: C1 / ZST                      C: C1                      D: C2 / ZST  
 Kontaktstrecke: A: 789 µm                      B: 551 µm                      C: 275 µm                      D: 1546 µm

## Fall: 16/H/17

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H  
**Alter:** 56  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 35

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 17  
Füllungslokalisation: 1) o 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) ja 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

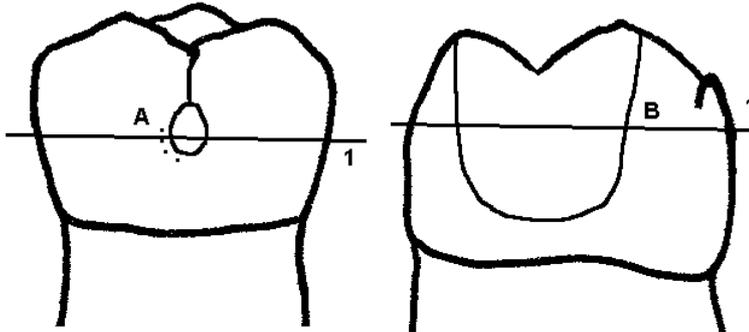
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>o</b>		
1) Oberflächentextur:	c		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	c		
4) Anatomische Form am Übergang:	c		
5) Marginale Integrität:	b		
6) Randverfärbung:	b		
7) Integrität Zahn:	a		
8) Integrität Füllung:	b		
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 17/H/26

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, krebiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

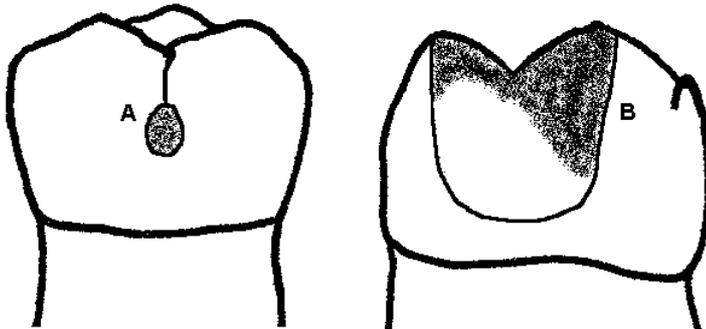


Klin. D-Grad: A: D1  
 Fllg. Material: A: Am

B: D0  
 B: Am

C:  
 C:

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

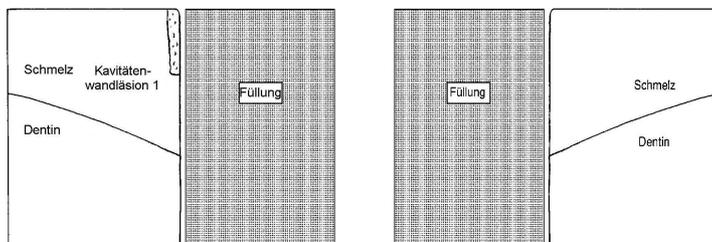


Färbungsgrad: A: 0  
 Notiz: Abformfläche über Füllungen positiv (Färbungsgrad 2)

B: 0

C:

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad: A: C1  
 Kontaktstrecke: A: 121 µm

B: C0  
 B: 0 µm

C:  
 C:

## Fall: 17/H/26

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H  
**Alter:** 56  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 35

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 26  
Füllungslokalisierung: 1) mo 2) b 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Amalgam 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) < 10a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) nein 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

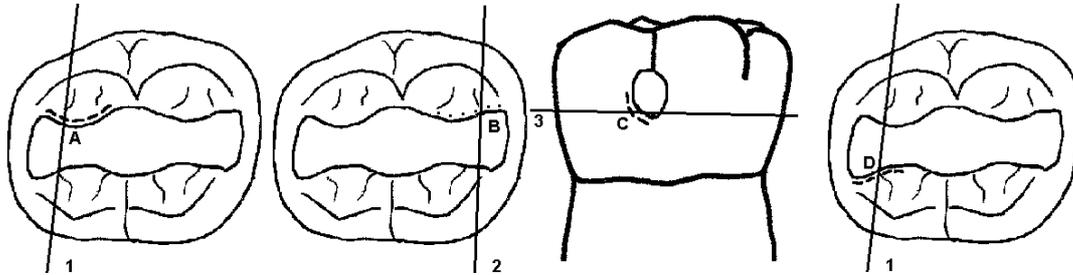
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Fllg. 1</b>	<b>Fllg. 2</b>	<b>Fllg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>mo</b>	<b>b</b>	
1) Oberflächentextur:	b	b	
2) Farbanpassung:	-	-	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b	c	
4) Anatomische Form am Übergang:	d	b	
5) Marginale Integrität:	b	c	
6) Randverfärbung:	b	b	
7) Integrität Zahn:	a	a	
8) Integrität Füllung:	b	b	
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		d	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 18/H/36

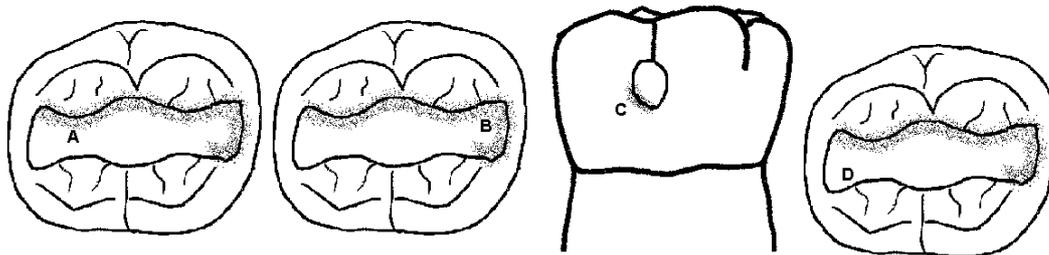
Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**



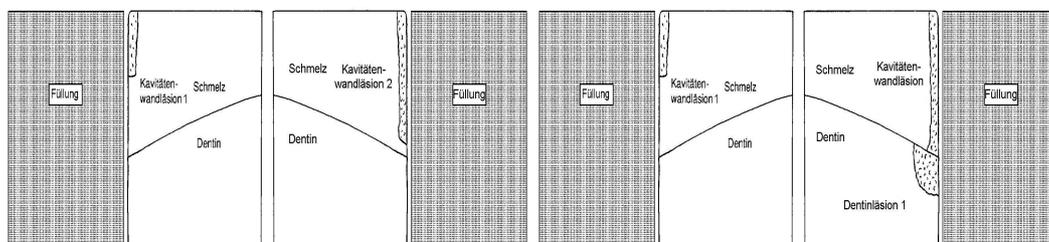
Klin. D-Grad: A: D3                      B: D1                      C: D3                      D: D3  
 Flüg. Material: A: Am / ZST          B: Am / ZST              C: Am / ZST              D: Am / ZST

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**



Färbungsgrad: A: 1                      B: 1                      C: 1                      D: 0  
 Notiz:                      Abformfläche über Füllung abschnittsweise positiv (Färbungsgrad 1)

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad:                      A: C1 / ZST                      B: C2 / ZST                      C: C1 / ZST                      D: C3 / ZST  
 Kontaktstrecke: A: 544 µm                      B: 636 µm                      C: 362 µm                      D: 921 µm

## Fall: 18/H/36

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H  
**Alter:** 56  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 35

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 36  
Füllungslokalisierung: 1) o 2) b 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Amalgam 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) < 10a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) ja 2) ja 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

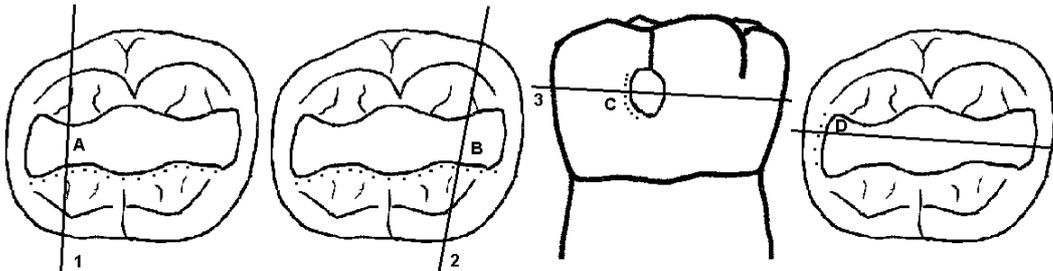
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>o</b>	<b>b</b>	
1) Oberflächentextur:	b	b	
2) Farbanpassung:	-	-	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	a	a	
4) Anatomische Form am Übergang:	b	b	
5) Marginale Integrität:	b	b	
6) Randverfärbung:	b	b	
7) Integrität Zahn:	a	b	
8) Integrität Füllung:	b	a	
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 19/H/37

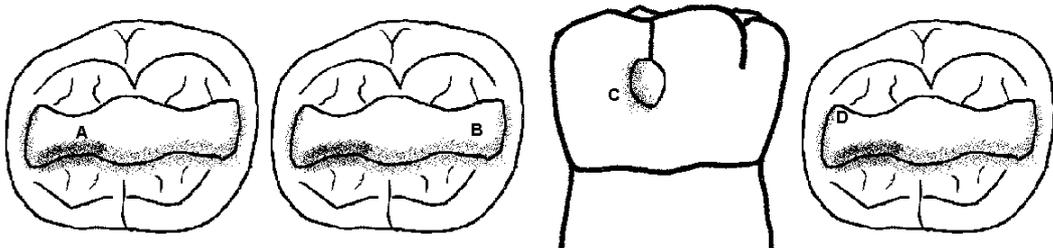
Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**



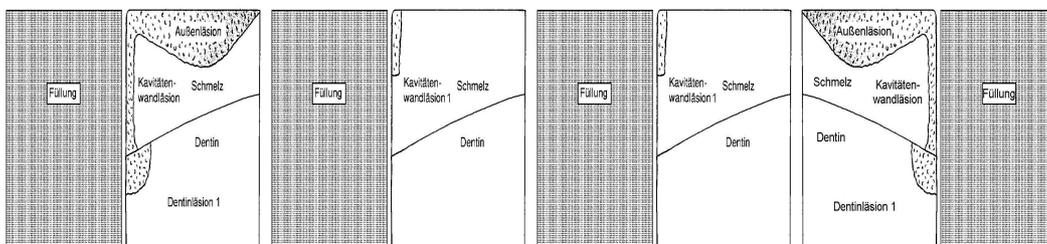
Klin. D-Grad: A: D1                      B: D1                      C: D2                      D: D1  
 Flg. Material: A: Am / ZST    B: Am / ZST                      C: Am                      D: Am / ZST

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**



Färbungsgrad: A: 2                      B: 1                      C: 1                      D: 1  
 Notiz:                      Abformfläche über Füllung abschnittsweise positiv (Färbungsgrad 1 und 2)

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad:                      A: C3 / ZST    B: C1 / ZST                      C: C1                      D: C3 / ZST  
 Kontaktstrecke: A 1065 µm    B: 449 µm                      C: 72 µm                      D: 1166 µm

## Fall: 19/H/37

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H  
**Alter:** 56  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 35

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 37  
Füllungslokalisation: 1) o 2) b 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Amalgam 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) < 10a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) ja 2) nein 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

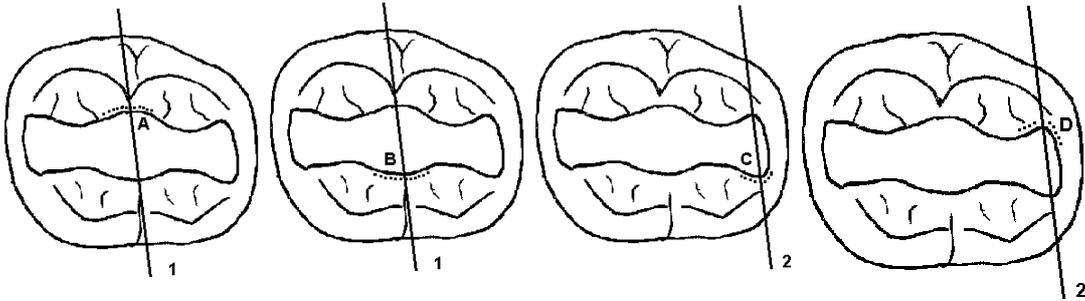
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>o</b>	<b>b</b>	
1) Oberflächentextur:	b	b	
2) Farbanpassung:	-	-	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	a	a	
4) Anatomische Form am Übergang:	b	b	
5) Marginale Integrität:	b	b	
6) Randverfärbung:	b	b	
7) Integrität Zahn:	a	a	
8) Integrität Füllung:	b	a	
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 20/H/46

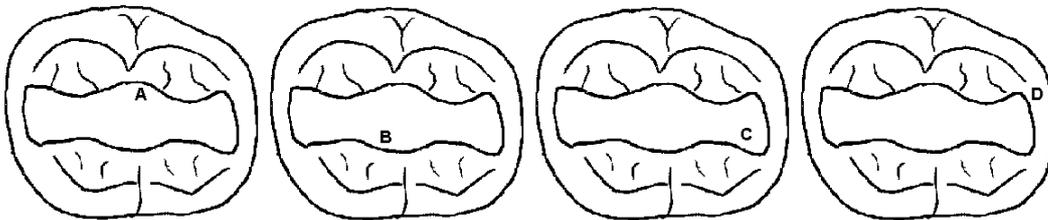
Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**



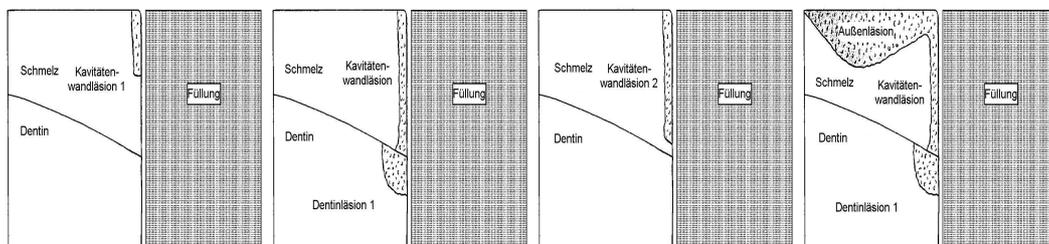
Klin. D-Grad:	A: D2	B: D2	C: D2	D: D2
Fllg. Material:	A: Am	B: Am	C: Am / ZST	D: Am

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**



Färbungsgrad:	A: 0	B: 0	C: 0	D: 0
Notiz:	Abformfläche über Füllung negativ (Färbungsgrad 0)			

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad:	A: C1 / ZST	B: C3	C: C2 / ZST	D: C3
Kontaktstrecke:	A: 724 µm	B: 738 µm	C: 318 µm	D: 304 µm

## Fall: 20/H/46

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H  
**Alter:** 56  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 35

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 46  
Füllungslokalisierung: 1) o 2) b 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Amalgam 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) < 10a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) ja 2) nein 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

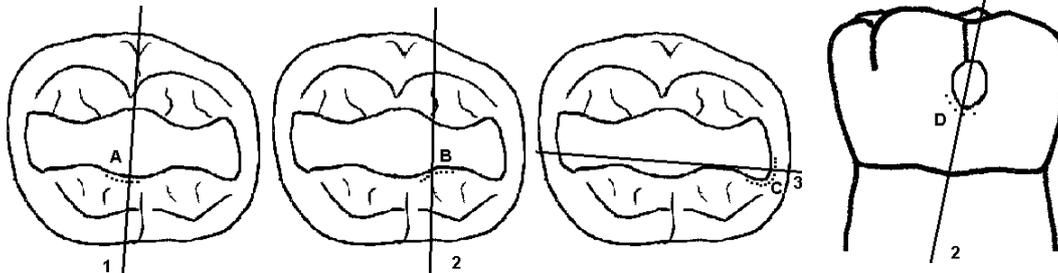
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Fllg. 1</b>	<b>Fllg. 2</b>	<b>Fllg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>o</b>	<b>b</b>	
1) Oberflächentextur:	b	b	
2) Farbanpassung:	-	-	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	a	b	
4) Anatomische Form am Übergang:	b	b	
5) Marginale Integrität:	b	b	
6) Randverfärbung:	b	b	
7) Integrität Zahn:	a	a	
8) Integrität Füllung:	a	a	
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 21/H/47

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**



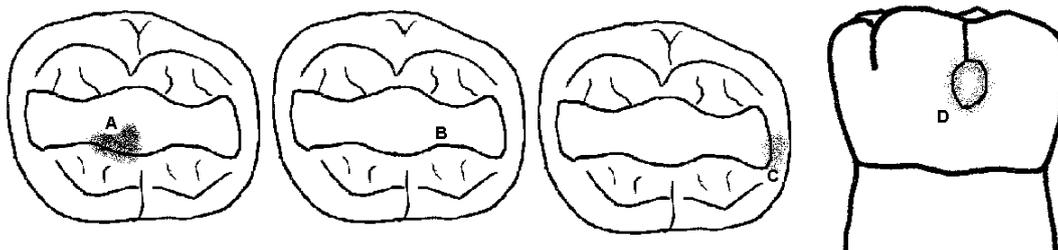
Klin. D-Grad: A: D2  
Flg. Material: A: Am

B: D2  
B: Am

C: D2  
C: Am

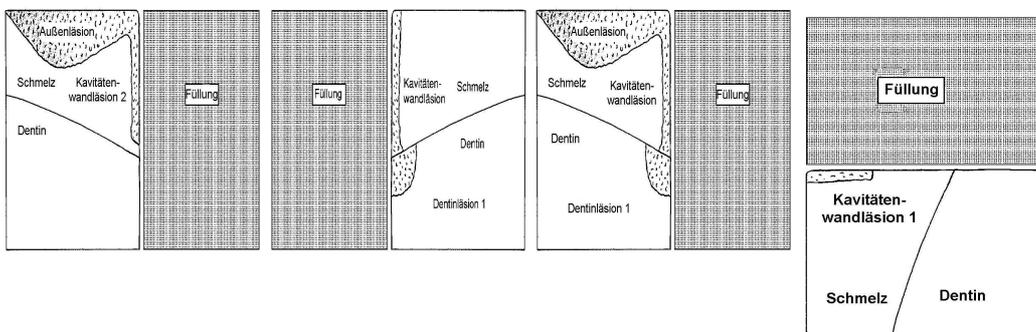
D: D1  
D: Am

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**



Färbungsgrad: A: 2                      B: 0                      C: 1                      D: 1  
Notiz:                      Abformfläche über Füllungen abschnittsweise positiv (Färbungsgrad 1-2)

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad:                      A: C2  
Kontaktstrecke: A: 297 µm

B: C3  
B: 197 µm

C: C3  
C: 1820 µm

D: C1  
D: 113 µm

## Fall: 21/H/47

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H  
**Alter:** 56  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 35

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 47  
Füllungslokalisierung: 1) o 2) b 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) Amalgam 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) < 10a 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) nein 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

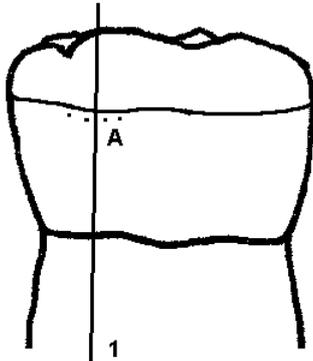
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>o</b>	<b>b</b>	
1) Oberflächentextur:	c	b	
2) Farbanpassung:	-	-	
3) Anatomische Form der Oberfläche:	c	b	
4) Anatomische Form am Übergang:	c	b	
5) Marginale Integrität:	b	b	
6) Randverfärbung:	b	b	
7) Integrität Zahn:	b	a	
8) Integrität Füllung:	b	a	
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 22/D/46

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:

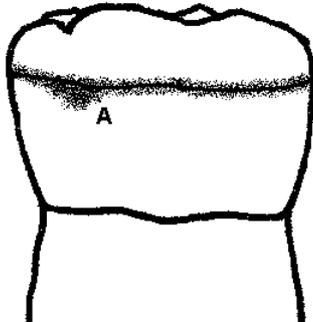
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kroidiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

Klin. D-Grad: A: D1  
 Flg. Material: A: Gold

B:  
 B:

C:  
 C:

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

Färbungsgrad: A: 2  
 Notiz: Abformfläche über Füllungen negativ (Färbungsgrad 2)

B:

C:

**Kariesformation im Schnittbild:**

Nach Schnittherstellung unbrauchbar

C-Grad: A:  
 Kontaktstrecke: A:

B:  
 B:

C:  
 C:

## Fall: 22/D/47

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** D.  
**Alter:** 37  
**Geschlecht:** w  
**DMF-S-Index:** 25

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 47  
Füllungslokalisation: 1) Vollgusskrone 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Gold 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) - 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): ja

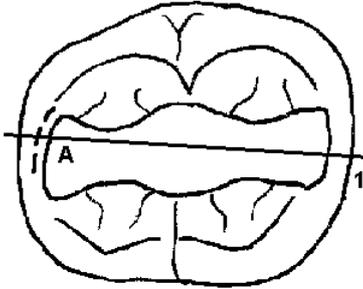
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>Vollgusskrone</b>		
1) Oberflächentextur:	nicht beurteilbar		
2) Farbanpassung:	nicht beurteilbar		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	nicht beurteilbar		
4) Anatomische Form am Übergang:	nicht beurteilbar		
5) Marginale Integrität:	nicht beurteilbar		
6) Randverfärbung:	nicht beurteilbar		
7) Integrität Zahn:	nicht beurteilbar		
8) Integrität Füllung:	nicht beurteilbar		
9) Okklusion / Artikulation:		nicht beurteilbar	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		c	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		b	

Fall: 23/HB/36

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:

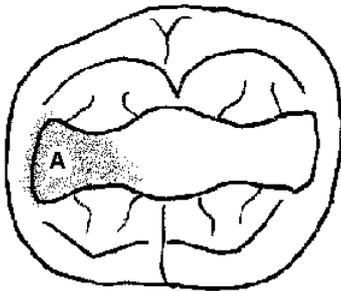
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kroidiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

Klin. D-Grad: A: D3  
 Filg. Material: A: Am

B:  
 B:

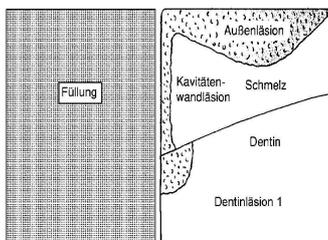
C:  
 C:

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

Färbungsgrad: A: 1  
 Notiz: Abformfläche über Füllung positiv (Färbungsgrad 1)

B:

C:

**Kariesformation im Schnittbild:**

C-Grad: A: C3  
 Kontaktstrecke: A: 1065 µm

B:  
 B:

C:  
 C:

## Fall: 23/HB/36

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H.B.  
**Alter:** 45  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 80

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 36  
Füllungslokalisation: 1) okklusal 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>okklusal</b>		
1) Oberflächentextur:	b		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	c		
4) Anatomische Form am Übergang:	c		
5) Marginale Integrität:	b		
6) Randverfärbung:	b		
7) Integrität Zahn:	b		
8) Integrität Füllung:	b		
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		c	



## Fall: 24/PJ/35

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** P.J.  
**Alter:** 45  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 102

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 35  
Füllungslokalisierung: 1) od-oral 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 1,5a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

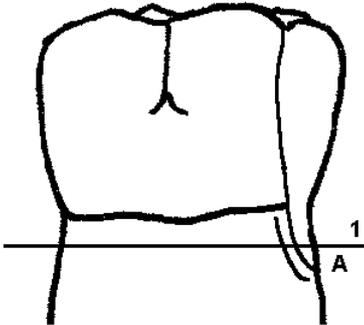
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>od-oral</b>		
1) Oberflächentextur:	b		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b		
4) Anatomische Form am Übergang:	b		
5) Marginale Integrität:	c		
6) Randverfärbung:	a		
7) Integrität Zahn:	a		
8) Integrität Füllung:	c		
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	b
11) Sensibilität:		c	
12) Gingiva:		c	
13) Beschwerden:		b	
14) Hinweise des Patienten:		c	

Fall: 25/PJ/36

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:

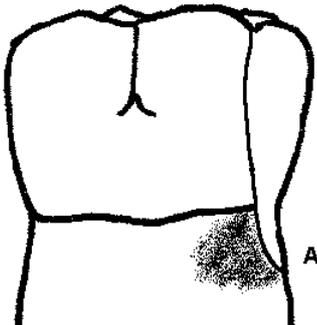
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

Klin. D-Grad: A: D4  
 Fllg. Material: A: Am

B:  
 B:

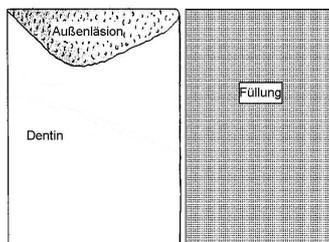
C:  
 C:

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

Färbungsgrad: A: 2  
 Notiz: Abformfläche über Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

B:

C:

**Kariesformation im Schnittbild:**

C-Grad: A: C4  
 Kontaktstrecke: A: 4918 µm

B:  
 B:

C:  
 C:

## Fall: 25/PJ/36

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** P.J.  
**Alter:** 45  
**Geschlecht:** m  
**DMF-S-Index:** 102

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 36  
Füllungslokalisation: 1) od-oral 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

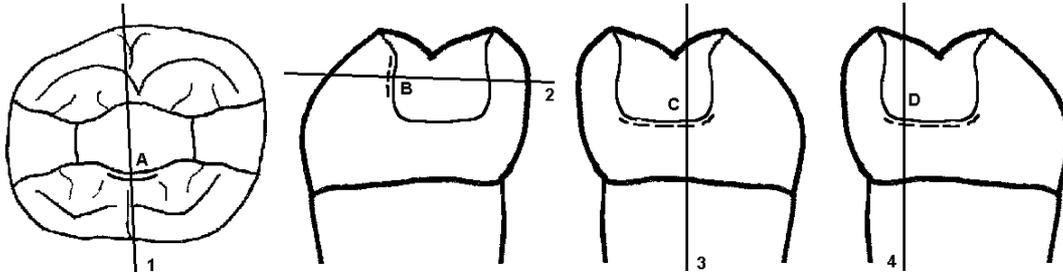
	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>od-oral</b>		
1) Oberflächentextur:	b		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	c		
4) Anatomische Form am Übergang:	c		
5) Marginale Integrität:	b		
6) Randverfärbung:	a		
7) Integrität Zahn:	a		
8) Integrität Füllung:	b		
9) Okklusion / Artikulation:		c	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		d	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		c	

Fall: 26/WG/36

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:

Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**



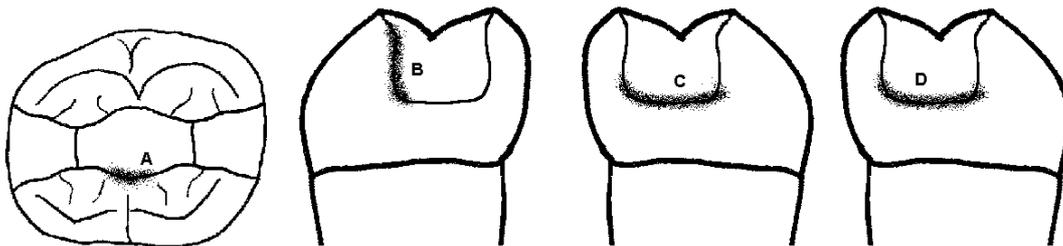
Klin. D-Grad: A: D4  
 Fllg. Material: A: Ko

B: D3  
 B: Ko

C: D3  
 C: Am

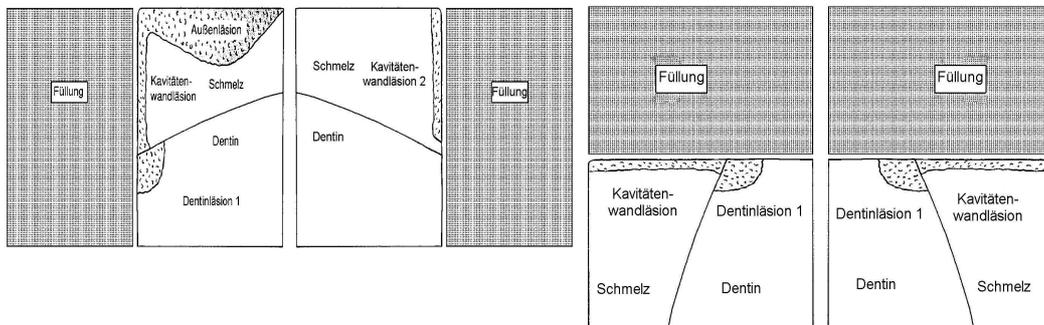
D: D3  
 D: Am

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**



Färbungsgrad: A: 2                      B: 2                      C: 2                      D: 2  
 Notiz:                      Abformfläche über Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad: A: C3  
 Kontaktstrecke: A: 863 µm

B: C2  
 B: 630 µm

C: C3  
 C: 503 µm

D: C3  
 D: 442 µm

## Fall: 26/WG/36

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** W.G.  
**Alter:** 68  
**Geschlecht:** W.G.  
**DMF-S-Index:** 110

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 36  
Füllungslokalisation: 1) mo 2) od 3) bukkal  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) GIZ 3) Amalgam  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) < 10a 3) < 10a  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) nein 3) nein  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

Füllungslokalisation	Flg. 1	Flg. 2	Flg. 3
	mo	od	bukkal
1) Oberflächentextur:	c	d	c
2) Farbanpassung:	-	-	-
3) Anatomische Form der Oberfläche:	d	d	b
4) Anatomische Form am Übergang:	c	d	b
5) Marginale Integrität:	b	c	b
6) Randverfärbung:	b	d	c
7) Integrität Zahn:	d	b	b
8) Integrität Füllung:	b	d	b
9) Okklusion / Artikulation:		c	
10) Approximalkontakt:	mesial:	d distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		c	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		c	



## Fall: 27/HF/36

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** H.F.  
**Alter:** 27  
**Geschlecht:** w  
**DMF-S-Index:** 91

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 36  
Füllungslokalisation: 1) okklusal 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>okklusal</b>		
1) Oberflächentextur:	b		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b		
4) Anatomische Form am Übergang:	b		
5) Marginale Integrität:	b		
6) Randverfärbung:	b		
7) Integrität Zahn:	b		
8) Integrität Füllung:	b		
9) Okklusion / Artikulation:		b	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		d	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		d	
14) Hinweise des Patienten:		c	



## Fall: 28/PR/12

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** P.R.  
**Alter:** 55  
**Geschlecht:** w  
**DMF-S-Index:** 83

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 12  
Füllungslokalisierung: 1) m-cervikal 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Komposit 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 10a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) nein 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

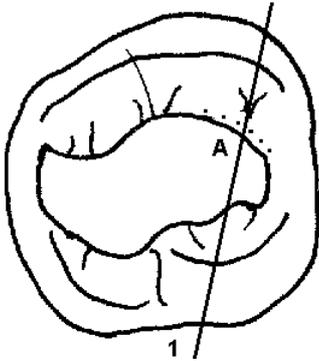
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Flg. 1</b>	<b>Flg. 2</b>	<b>Flg. 3</b>
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>m-cervikal</b>		
1) Oberflächentextur:	c		
2) Farbanpassung:	c		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	c		
4) Anatomische Form am Übergang:	c		
5) Marginale Integrität:	c		
6) Randverfärbung:	d		
7) Integrität Zahn:	c		
8) Integrität Füllung:	b		
9) Okklusion / Artikulation:		-	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		c	
12) Gingiva:		c	
13) Beschwerden:		b	
14) Hinweise des Patienten:		c	

Fall: 29/PR/17

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:

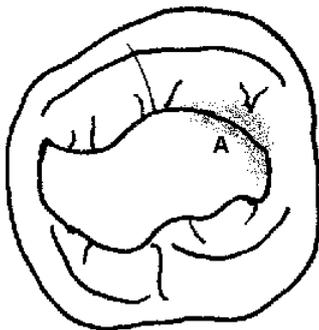
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreibiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

Klin. D-Grad: A: D1  
 Fllg. Material: A: Am / ZST

B:  
 B:

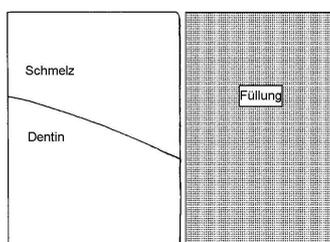
C:  
 C:

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

Färbungsgrad: A: 1  
 Notiz: Abformfläche über Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

B:

C:

**Kariesformation im Schnittbild:**

C-Grad: A: C0 / ZST  
 Kontaktstrecke: A: 1795 µm

B:  
 B:

C:  
 C:

## Fall: 29/PR/17

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** P.R.  
**Alter:** 55  
**Geschlecht:** w  
**DMF-S-Index:** 83

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 17  
Füllungslokalisierung: 1) okklusal 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 20a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) ja 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

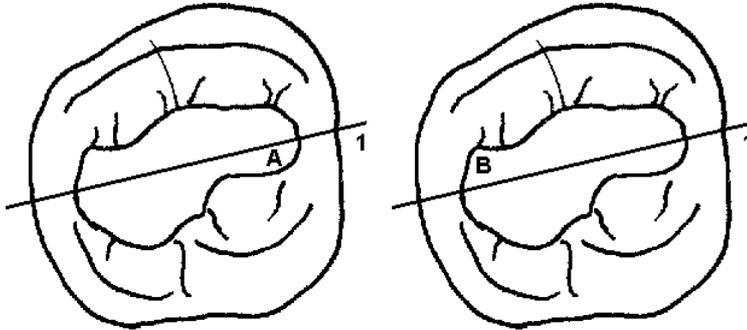
**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	Flg. 1	Flg. 2	Flg. 3
<b>Füllungslokalisierung</b>	<b>okklusal</b>		
1) Oberflächentextur:	b		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b		
4) Anatomische Form am Übergang:	a		
5) Marginale Integrität:	a		
6) Randverfärbung:	b		
7) Integrität Zahn:	b		
8) Integrität Füllung:	a		
9) Okklusion / Artikulation:	a	-	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		a	

Fall: 30/PR/18

Der „klinische D-Grad“ gliedert sich folgendermaßen:	
Keine Markierung	D-Grad 0: keine Anhaltspunkte für Karies, gesund
.....	D-Grad 1: dünne, helle Linie, kreidiger Rand in Fissur oder Grübchen
.....	D-Grad 2: dünne, braune bis schwarze Linie
-----	D-Grad 3: sicherer Defekt, in keiner Richtung größer als 2 mm
-----	D-Grad 4: sicherer Defekt, größer als 2 mm

**Klinische Beurteilung / Schnittführung:**

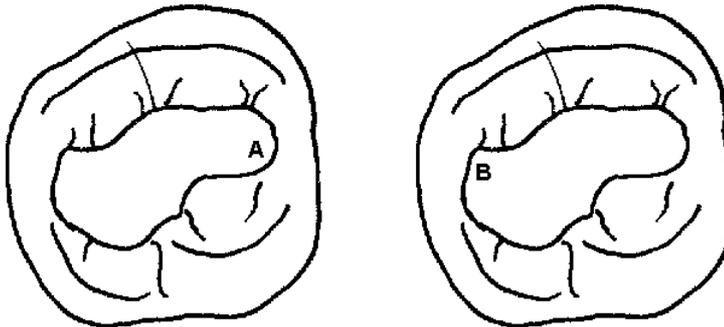


Klin. D-Grad: A: D0  
 Fllg. Material: A: Am / ZST

B: D0  
 B: Am / ZST

C:  
 C:

**Clinpro™ Cario Diagnosis – Dokumentation:**

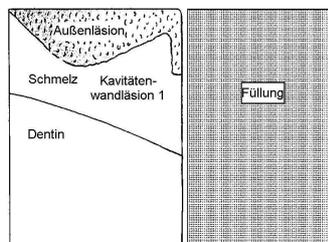
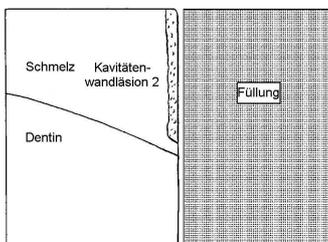


Färbungsgrad: A: 0  
 Notiz: Abformfläche über Füllung negativ (Färbungsgrad 0)

B: 0

C:

**Kariesformation im Schnittbild:**



C-Grad: A: C2 / ZST  
 Kontaktstrecke: A: 914 µm

B: C1 / ZST  
 B: 815 µm

C:  
 C:

## Fall: 30/PR/18

**Patientenspezifische Daten:**

**Name:** P.R.  
**Alter:** 55  
**Geschlecht:** w  
**DMF-S-Index:** 83

**Zahnspezifische Daten:**

Zahn: 18  
Füllungslokalisation: 1) okklusal 2) 3)  
Füllungsmaterial: 1) Amalgam 2) 3)  
Füllungsalter: 1) < 20a 2) 3)  
Nicht entfernter Zahnstein (ja/nein) 1) ja 2) 3)  
Fluorid (ja/nein): nein

**Füllungsspezifische Daten (Kriterien nach Ryge):**

	<b>Fllg. 1</b>	<b>Fllg. 2</b>	<b>Fllg. 3</b>
<b>Füllungslokalisation</b>	<b>okklusal</b>		
1) Oberflächentextur:	b		
2) Farbanpassung:	-		
3) Anatomische Form der Oberfläche:	b		
4) Anatomische Form am Übergang:	a		
5) Marginale Integrität:	b		
6) Randverfärbung:	b		
7) Integrität Zahn:	a		
8) Integrität Füllung:	a		
9) Okklusion / Artikulation:	a	-	
10) Approximalkontakt:	mesial:	- distal:	-
11) Sensibilität:		a	
12) Gingiva:		-	
13) Beschwerden:		a	
14) Hinweise des Patienten:		a	

## 8 Literaturverzeichnis

1. 3M ESPE Clinpro™ Cario Diagnosis Gebrauchsinformation, Seefeld (BRD) (2002)
2. Angmar-Mansson B., Al Khateeb S., Tranaeus S. : Intraoral use of quantitative light-induced fluorescence for caries detection. Early detection of dental caries. Indiana Conference (1996)
3. Benedict S.L., DeSchepper E.J., Hall A.F., Analoui M., Willis G., Dixon S.: Laser fluorescence and secondary caries detection (abstract). J Dent Res 75 (Spec Iss): 86 (1996)
4. Bergenholtz G., Cox C.F., Loesche W. J.: Bacterial Leakage around dental restorations: Its effects on the dental pulp. J Oral Pathol 11: 439-450 (1982)
5. Bergman G., Linden L.A.: The action of the explorer on incipient caries. Svensk Tandläk Tidskr 62: 629-634 (1969)
6. Bibby B.G., Hine M.K.: Bacteriologic study of carious cavities. J Am Dent Assoc 25: 1934-1937 (1938)
7. Bizhang M., Ley M., Zimmer S.: Correlation between Clinpro™ Cario Diagnosis and clinical parameters. Int Poster J Dent Oral Med, Vol 6 No 03, Poster 231 (2004) <http://ipj.quintessenz.de>
8. Black G.V.: Dental Caries; in Litch WF (ed): American System of Dentistry. Philadelphia, Lea Brothers and Co., Vol I: 795 (1886)

9. Boston D.W., Cotmore J.M., Sperrazza L.: Caries Diagnosis with dye-staining at amalgam restoration margins. *Am J Dent* 8: 280-282 (1995)
10. Choksi S.K., Brady J.M., Dang D.H., Rao M.S.: Detecting approximal dental caries with transillumination: a clinical evaluation. *J Am Dent Assoc* 125: 1098-1102 (1994)
11. Clark J.K.: On the bacterial factor in the aetiology of dental caries. *Br J Exp Pathol* 5: 141-147 (1924)
12. Curilovic Z., Saxer U.P., Marthaler T.M.: Radiologische Kariesläsionen im Schmelz – füllen oder abwarten? *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 93: 930-934 (1983)
13. De Schepper E.J., Hall A.F., Ando M., Beiswanger B.B.: Secondary caries detection: laser fluorescence imaging versus traditional clinical examination (abstract). *Caries Res* 30: 273 (1996)
14. Duschner H., Sonju-Clasen A., Ogaard G.: Detection of early caries by confocal laser scanning microscopy. *Early detection of dental caries. Indiana Conference* (1996)
15. Ekstrand K., Quist V., Thylstrup A.: Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Res* 21: 368-374 (1987)
16. Espelid I., Tveit A.B.: Diagnosis of secondary caries and crevices adjacent to amalgam. *Int Dent J* 41: 359-364 (1991)
17. Fischer F.J.: The viability of microorganismes in carious dentine beneath amalgam restorations. *Br Dent J* 121: 355-356 (1969)

18. Gonzáles-Cabezas C., Li Y., Gregory R.L.: Distribution of three cariogenic bacteria in secondary carious lesions around amalgam restorations. *Caries Res* 33: 357-365 (1999)
19. Gonzáles-Cabezas C., Li Y., Noblitt, T.W.: Detection of mutans streptococci in secondary carious lesions using immunofluorescent techniques and confocal laser scanning microscopy. *Caries Res* 29: 198-203 (1995)
20. Gunzenhauser A.: Klinische Untersuchung über den Zusammenhang eines Laktatnachweises und eines Plaqueindex. Zahnmed. Dissertation, Universität München (LMU) (2004)
21. Hahn P., Haro X., Schirrmeister J.: Does lactic acid concentration in plaque correlate with demineralization? IADR/AADR/CADR 82nd General Session in Honolulu, Hawaii: *J Dent Res* 83 (Spec Iss A): 0070 (abstract) (2004) <http://www.dentalresearch.org>
22. Hals E., Halse A.: Electron probe microanalysis of secondary carious lesions associated with silver amalgam fillings. *Acta Odontol Scand* 33: 149-160 (1975)
23. Hickel R.: Codification of the 3M™ ESPE™ Clinpro™ Cario Diagnosis signals (=CCD-Index). Persönliche Mitteilung (2002)
24. Imfeld T., Barbakow F., Curilovic Z.: Sondierung und Kariesdiagnose. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 100: 872-874 (1990)
25. Kidd E.A.M., Beighton D.: Prediction of secondary caries around tooth-colored restorations: A clinical and microbiological study. *J Dent Res* 75: 1942-1946 (1996)

26. Kidd E.A.M., Joyston-Bechal S., Beighton D.: Marginal ditching and staining as a predictor of secondary caries around amalgam restorations: A clinical and microbiological study. *J Dent Res* 74: 1206-1211 (1995)
27. Kidd E.A.M., Joyston-Bechal S., Beighton D.: Diagnosis of secondary caries. *Br Dent J* 176: 135-139 (1994)
28. Kidd E.A.M., Toffenetti F., Mjör I.A.: Secondary caries. *Int Dent J* 42: 127-138 (1992)
29. Kidd E.A.M.: Kariesdiagnose bei Zähnen mit Füllungen. *Phillip J* 6: 325-336 (1989)
30. Kosa W., Gängler P., Göbel G.: Epidemiologisches Profil der Zahnkaries und Behandlungsanforderungen. *Dtsch Stomatol* 40: 412-414 (1990)
31. Kostlan J.: Der pathologische Charakter von kariösen Veränderungen der einzelnen Zahngewebe. *Dtsch Zahnärztl Z* 21: 978-982 (1966)
32. Kühnisch J., Tranaeus S., Stößer L.: Die quantitative lichtinduzierte Fluoreszenzmessung – eine zukünftige Methode für den Zahnarzt? *Quintessenz* 53 (2): 131-141 (2002)
33. Kurasaki N., Fusayama T.: Penetration of elements from amalgam into dentin. *J Res* 52: 87-88 (1973)
34. van der Linden L.W.J., van Aken J.: The origin of localized increased radiopacity in the dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 35: 862-871 (1973)
35. Loesche W.J.: Role of streptococcus mutans in human dental decay. *Microbiol Rev* 50: 353-380 (1986)

36. Lussi A., Imwinkelried S., Pitts N., Longbottom C., Reich E.: Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res* 33: 261-266 (1999)
37. Lussi A., Hotz P., Stich H.: Die Fissurenkaries. Diagnostik und therapeutische Grundsätze. *Dtsch Zahnärztl Z* 50: 629-634 (1995)
38. Madlena M., Keszthely G.: Probing and occlusal caries. *Fogorv Sz* 8: 247-250 (1991)
39. Marthaler T.M.: A standardized system of recording dental conditions. *Helv Odontol Acta* 10: 1-28 (1966)
40. Mc Comb: Evaluation of clinical wear of posterior composite resins. In: *Posterior composite resin dental restorative materials*. Szculc, Holland: 511 (1985)
41. Mileman P., Purdell-Lewis D., van der Weele L.: Variation in radiographic caries diagnosis and treatment decisions among university teachers. *Community Dent Oral* 10: 329-334 (1982)
42. Mjör I.A., Toffenetti F.: Secondary caries: A literature review with case reports. *Quintessence International* 31: 165-179 (2000)
43. Nair M.K., Ludlow J.B., May K.N.: Diagnostic accuracy of intraoral film and direct digital images for detection of simulated recurrent decay. *Oper Dent* 26: 223-230 (2001)
44. Newbrun E.: Problems in caries diagnosis. *Int Dent J* 43: 133-142 (1993)
45. Nummikoski P.V., Martinez T.S., S.R. Matteson, McDavid W.D., Dove S.B.: Digital subtraction radiography in artificial recurrent caries detection. *Dentomaxillofac Radiol* 21: 59-64 (1992)

46. Nunez L. J., Schmalz G., Hembree J.H.: Influence of amalgam, alloy, and Hg on the in vitro growth of streptococcus mutans. Effect of specimen age and composition. J Dent Res 55: 1001-1003 (1976)
47. Ortman L.F., Danford R., McHenry K., Hausman E.: Subtraction radiography and computer assisted densitometric analyses of standardized radiographs. A Comparison study with <sup>125</sup>I absorptiometry. J Periodont Res 20: 644-651 (1985)
48. Pelka M., Dettenhofer G., Reinelt C. : Validität und Reliabilität klinischer Kriterien für adhäsive Inlaysysteme. Dtsch Zahnärztl Z 49: 921-925 (1994)
49. Pimenta L.A., Navarro M.F., Consolaro A. : Secondary caries around amalgam restorations. J Prosthet Dent 74 (3): 219-222 (1995)
50. Poulsen S., Bille J., Rugg-Gunn A.J.: Evaluation of a calibration trial to increase interexaminer reliability of radiographic diagnosis of approximal carious lesions. Community Dent Oral 8: 135-138 (1980)
51. Quist V. : Correlation between marginal adaption of composite resin restorations and bacterial growth in cavities. Scand J Dent Res 88: 296-300 (1980)
52. Radike A.W. : Criteria for the diagnosis of dental caries. Clinical testing of cariostatic agents. American Dental Association: 87-88 (1972)
53. Reich E.: Neue Instrumente zur Kariesdiagnose. Zahnärztl Mitt 90: 2856-2859 (2000)
54. Reich E.: Moderne Methoden der Kariesdiagnostik bestimmen die Therapieentscheidung. Zahnärztl Mitt 88: 1228-1235 (1998)

55. Rudolphy M.P., Gorter Y., van Loveren C., van Amerongen J.P.: Validity of radiographs for diagnosis of secondary caries in teeth with class II Amalgam restorations in vitro. *Caries Res* 31: 24-29 (1997)
56. Rudolphy M.P., van Amerongen J.P., Penning Ch., ten Cate J.M.: Validity of bite-wings for diagnosis of secondary caries in teeth with occlusal amalgam restorations in vitro. *Caries Res* 27: 312-316 (1993)
57. Ryge G. : Clinical criteria. *Int Dent J* 30: 347-358 (1980)
58. Ryge G., Snyder M. : Evaluation of the clinical quality of restorations. *J Am Dent Assoc* 87: 369-377 (1973)
59. Spens E., Taatz H.: Vergleichende Untersuchungen über die Häufigkeit des Auftretens der sekundären Randkaries. *Dtsch Stomatol* 22: 90-100 (1972)
60. Stanley H.R.: Pulp capping: Conserving the dental pulp – can it be done? Is it worth it? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 68: 628-639 (1989)
61. Sumitani M., Ido T., Tsubakimoto K., Tsutsui M.: Oral microorganisms in the human dental plaque, carious enamel and carious dentin. *J Osaka Dent Univ* 6: 102-117 (1972)
62. Svanberg M., Mjör I.A., Orstavik D.: Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite and glass ionomer restorations. *J Dent Res* 69: 861-864 (1990)
63. Takamori K., Hokari N., Okumura Y., Watanabe S.: Detection of occlusal caries by use of a laser fluorescence system. *J Clin Laser Med Surg* 19: 267-271 (2001)

64. Tveit A.B., Espelid I., Erickson R.L., Glasspoole E.A.: Vertical angulation of the x-ray beam and radiographic diagnosis of secondary caries. *Community Dent Oral* 19: 333-335 (1991)
65. Wallmann C. Krasse B. : Mutans streptococci in margins of fillings and crowns. *J Dent* 20: 163-166 (1992)
66. Wallman-Bjorklund C., Svanberg M., Emilson C.G.: Streptococcus Mutans in plaque from conventional and from non-gamma-2 amalgam restorations. *Scand J Dent Res* 95: 266-269 (1987)
67. Wenzel A.: Digital imaging for dental caries. *Dent Clin North Am* 44: 319-338 (2000)

## **9 Danksagung**

Bei allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, möchte ich mich herzlich bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Reinhard Hickel für die Überlassung des Dissertationsthemas und für die freundliche Unterstützung.

Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn Dr. Peter Wöhrl für die freundliche Betreuung und Unterstützung und die zahlreichen Ratschläge bedanken.

Darüber hinaus danke ich Herrn Dr. Gerald Hamm für die Betreuung bei der statistischen Auswertung.

## 10 Lebenslauf

**Name:** Wendisch  
**Vorname:** Marius David Robert

**Geburtsdatum:** 17. Juni 1977

**Familienstand:** verheiratet seit dem 03.09.2004 mit Frau Maria Wendisch, geb. Tkachova

**Eltern:** Vater: Dipl. Ing. Gerhard Wendisch  
Mutter: Dipl. Soz. Brigitte Wendisch, geborene Streicher

**Schulbildung:** 1984 - 1988 Grundschule in Steinhöring  
1988 - 1997 Staatliches Gymnasium Grafing  
27. 06. 1997 Abitur

**Zivildienst:** 1997 – 1998 Landschulheim Wenningstedt, Sylt

**Berufsausbildung:** 1998 - 2004 Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig Maximilian Universität München (LMU)  
August 2002 Famulatur in Recife, Brasilien  
20. 02. 2004 Approbation  
Seit 16.09.2004 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Universitätsklinikum Ulm, Abteilung Zahnerhaltungskunde und Parodontologie