

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Kinderzahnheilkunde  
(Direktor: Prof. Dr. G. Meyer)  
im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. S. Hensel)  
an der Medizinischen Fakultät  
der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Vergleichende Qualitätsbeurteilung von Amalgam- und  
Kunststofffüllungen im Seitenzahnbereich**

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Zahnmedizin

(Dr.med.dent)

der

Medizinischen Fakultät der  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität  
Greifswald 2000

Vorgelegt von:

Hannjo Badzio, geboren am 22.05.1963 in Greifswald

Elke Hahn, geboren am 05.01.1963 in Bad Saarow

Dekan: Prof. Dr.rer.nat. H.K.Kroemer  
1. Gutachter: PD Dr. Splieth ( Greifswald )  
2. Gutachter: Prof. Dr. Glockmann ( Jena )  
3. Gutachter:  
Raum: Hörsaal des ZZMK, Rotgerberstr. 8, Greifswald  
Tag der Disputation: 06.09.2001

## Inhaltsverzeichnis

		Seite
<b>1.</b>	<b>Einleitung (und Aufgabenstellung)</b>	1
<b>2.</b>	<b>Literaturübersicht</b>	3
2.1.	Anforderungen und Indikation einer Zahnfüllung	3
2.2.	Werkstoffkundliche Aspekte zum Amalgam	6
2.2.1.	Geschichtlicher Überblick	6
2.2.2.	Kavitätenpräparation für Amalgamfüllungen	6
2.2.3.	Werkstoffkundliche Eigenschaften	6
2.2.3.1.	Zusammensetzung	6
2.2.3.2.	Abbindevorgang	7
2.2.3.3.	Volumenverhalten	8
2.2.3.4.	Korrosionsverhalten	8
2.2.3.5.	Randspaltverhalten	10
2.2.3.6.	Haltbarkeitsdauer	11
2.2.3.7.	Quecksilberfreisetzung aus Amalgamfüllungen	12
2.2.4.	Toxikologie	15
2.3.	Füllungskunststoffe	19
2.3.1.	Indikation	19
2.3.2.	Ästhetische Bedeutung der Füllungskunststoffe	20
2.3.3.	Werkstoffkundliche Aspekte zu den Füllungskunststoffen	21
2.3.3.1.	Randschlußverhalten	22
2.3.3.2.	Polymerisationsschrumpfung	23
2.3.3.3.	Verschleißfestigkeit	24
2.3.3.4.	Haltbarkeitsdauer	26
2.3.4.	Biokompatibilität	27
<b>3.</b>	<b>Material und Methode</b>	29

3.1.	Reihenuntersuchung (Häufigkeiten)	29
3.2.	Untersuchung der Füllungsqualität	31
3.3.	Anamnese	32
3.4.	Klinische Untersuchungen	32
<b>4.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>38</b>
4.1.	Ergebnisse der Reihenuntersuchung	38
4.2.	Ergebnisse der Qualitätsuntersuchung	40
4.2.1.	Auswertung der Probandenangaben	40
4.2.2.	Ergebnisse der klinischen Untersuchung	41
4.2.3.	Befunde an den Füllungen	43
4.2.4.	Auswertung des Fragebogens	47
<b>5.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>51</b>
5.1.	Methodenkritik	51
5.2.	Epidemiologie und Kosten	54
5.3.	Materialspezifische Charakteristika beim Ersatz von defekten Amalgam- und Kompositfüllungen im Seitenzahnbereich	64
<b>6.</b>	<b>Schlußfolgerungen</b>	<b>74</b>
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>77</b>
<b>8.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>79</b>
<b>9.</b>	<b>Anhang</b>	<b>100</b>

bearbeitet von:

Hannjo Badzio

Abschnitte: 3.2 - 3.4.

4.2.

5.3.

6.

7.

Elke Hahn

Abschnitte: 2.

3.1.

4.1.

5.1.-5.2.

Hannjo Badzio und Elke Hahn

Abschnitte: 1.

8.

9.

Unterschrift:

Unterschrift:

Die obliegenden Angaben werden bestätigt:

## **1. Einleitung**

Die zum jetzigen Zeitpunkt geführte Diskussion zum Thema Amalgam- und Kunststofffüllungen wird von Entscheidungen des Gesetzgebers bzw. seiner Institutionen, den Spitzenverbänden der Gesetzlichen Krankenkassen, die einen Großteil der Bevölkerung als Versicherungsträger vertreten, und nicht zuletzt von den Interessen der Industrie geleitet und führt zu einer immer größeren Verunsicherung der Patienten und auch der Zahnärzteschaft. „Dabei wird davon ausgegangen, daß für Amalgam genügend alternative, das heißt gleich gute oder bessere Füllungsmaterialien verfügbar seien. Solche Alternativen sind nicht nur unter den Bedingungen der Sozialversicherung - sondern auch unter Beachtung von Aufwand und Kosten zu beurteilen.“ (Hickel und Klaiber, 1992).

Um der wachsenden Amalgam-/Quecksilberphobie und den gehobenen ästhetischen Ansprüchen in weiten Kreisen der Bevölkerung Rechnung zu tragen, verwenden immer mehr Zahnärzte Komposite als definitives Füllungsmaterial im Seitenzahnbereich. Die bei der Verwendung aufgetretenen Probleme wurden jedoch schon oft in der Literatur beschrieben, wobei die Verschleißfestigkeit und der Randschluß die hauptsächlich untersuchten Eigenschaften waren (Vanherle et al., 1989; Klaiber und Haller, 1988; Bergmann et al., 1990).

Die in den verschiedenen Veröffentlichungen untersuchten Kunststofffüllungen wurden meistens ohne den wirtschaftlichen Druck in Universitätskliniken gelegt, wo die Verarbeitungsvorschriften genau eingehalten werden konnten (Pohl, 1992).

Dabei erfordern die werkstofflich bedingten, aufwendigen Verarbeitungsvorschriften bei Kompositen einen bedeutend höheren Zeitaufwand als vergleichbare Amalgamfüllungen (Krämer und Petschelt, 1996; Kunzelmann, 1993; Vanherle et al., 1989).

Wenn unter dem wirtschaftlichen Druck der freien Praxis Verarbeitungsfehler durch Nichteinhaltung der Verarbeitungsvorschriften passieren, müßte sich das klinisch in der Qualität der Füllungen manifestieren.

Ziel der Untersuchung sollte es sein, mögliche Unterschiede in der Häufigkeit, Qualität und Hinweise auf die Haltbarkeit von Kunststoff- und Amalgamfüllungen im Seitenzahnbereich, die in freien Praxen gelegt wurden, herauszuarbeiten.

## **2. Literaturübersicht**

## **2.1. Anforderungen und Indikation einer Zahnfüllung**

„Das Ziel der Füllungstherapie besteht darin, nach Entfernen der kariösen Zahnhartsubstanzen die ursprüngliche Form und Funktion des Zahnes mit einem Werkstoff wiederherzustellen, der den chemischen und physikalischen Einflüssen innerhalb der Mundhöhle standzuhalten vermag und die Funktionstüchtigkeit der Füllung auf lange Sicht gewährleistet. Das Füllungsmaterial muß abrieb- und druckfest, korrosionsbeständig sowie biokompatibel sein. Die Füllung sollte hinsichtlich Okklusion, Approximalraumgestaltung, Politur und Randgestaltung einwandfrei hergestellt sein. Eine (irreparable) Schädigung von Zahn und umgebendem Gewebe durch die Füllungstherapie muß ausgeschlossen werden.“ (Pieper 1990).

Wegner (1985 a) leitete aus der Aufgabe der dauerhaften Zahnversorgung hohe Anforderungen an die dafür in Frage kommenden Materialien ab. Besondere Bedeutung maß er den Stoffeigenschaften bei, zu denen er biologische Unschädlichkeit, mechanische und chemische Widerstandsfähigkeit, dauernde Undurchlässigkeit, dauernden dichten Randschluß, thermische und elektrische Isolierfähigkeit und gleiche Abriebrate sowie gleichen Ausdehnungskoeffizienten wie beim natürlichen Zahn zählte. Darüber hinaus stellte er fest, daß diese Bedingungen auch von den zur Zeit am günstigsten einzuschätzenden Werkstoffen immer nur zum Teil erfüllt werden.

Derzeit gibt es eine Reihe der unterschiedlichsten Materialien, die in der Füllungstherapie bei unterschiedlichen Indikationen Anwendung finden. In der kassenzahnärztlichen Praxis wird überwiegend das plastische Füllungsmaterial Amalgam im Seitenzahnggebiet zur Anwendung gebracht. Es werden jedoch auch Abstriche von der bisher als optimal für diesen Bereich angesehenen Versorgung gemacht. Geurtsen (1993) zeigte die Ursachen für derartige therapeutische



Zugeständnisse seitens des Zahnarztes und/oder des Patienten auf. Aus zahnärztlicher Sicht tragen Ästhetik, Schonung gesunder Zahnhartsubstanz, Materialnebenwirkung (Allergien), teilweiser Funktionsverlust einer neueren Restauration (Reparatur), Kosten und Zeitmangel zur Entscheidungsfindung der Versorgung eines Zahnes bei. Zum Teil identische Gründe spielen bei den Überlegungen der Patienten in der Wahl der Versorgung eine Rolle. Dazu gehören Ästhetik, Angst vor Nebenwirkungen, Kosten und Zeitmangel. Nicht zu unterschätzen ist außerdem die Angst der Patienten vor dem Zahnarzt.

Die Indikation für eine Amalgamfüllung hat sich geändert. Noch 1992 stellten Hickel und Klaiber die Indikation bei Black-Klasse I- und II-Kavitäten, Milchmolaren, Zahnhalsfüllung (Black-Klasse V), Stumpfaufbauten vor Überkronung und retrograder Wurzelfüllung (Hickel und Klaiber 1992).

Bereits 1995 erschien vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte eine „Gebrauchs- und Fachinformation“ zur Einschränkung der Amalgamanwendung. Danach soll Amalgam nicht mehr zur Anwendung gebracht werden bei nachgewiesener Amalgamallergie, bestimmten Formen der Nierenerkrankungen, während der Schwangerschaft (keine „größeren“ Versorgungen), bei Kindern unter 6 Jahren und bei retrograden Wurzelfüllungen.

Laut Bundesausschuß der Zahnärzte und Krankenkassen (Sitzung am 6.6.1995) „sollen nur anerkannte und erprobte plastische Füllungsmaterialien (z.B. Amalgam, Komposite) gemäß ihrer medizinischen Indikation verwendet werden.“ In einer Protokollnotiz wurde angefügt: „Die hiernach indizierten Kunststoffüllungen im Seitenzahnbereich sind im Rahmen der vertragszahnärztlichen Versorgung zu erbringen.“ (Kühner, 1995).

Kompositfüllungen im Seitenzahnbereich sind schwieriger und zeitaufwendiger zu legen als ihr Äquivalent mit Amalgam. Aufgrund der Änderung der Richtlinien des

Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen hat der erweiterte Bewertungsausschuß am 17.04.1996 gemäß § 87 IV SGB V die Leistungsbeschreibungen und -bewertungen der plastischen Füllungsmaterialien per Beschluß neu festgelegt. Für die im Rahmen der vertragszahnärztlichen Leistungen erbringbaren Kompositfüllungen im Seitenzahnbereich wurden die Bema-Positionen 13 e, f und g geschaffen, die seit dem 01.07.1996 gültig sind. Die Abrechnung dieser Positionen ist nur bei Patienten möglich, die an einer schweren Niereninsuffizienz oder an einer Allergie auf Amalgam oder deren Bestandteilen leiden. Die Allergie muß durch eine ärztliche Bescheinigung entsprechend der Kriterien der Kontaktallergie-Gruppe der Deutschen Gesellschaft für Dermatologie nachgewiesen sein. Der Nachweis einer schweren Niereninsuffizienz wird durch Vorlage einer ärztlichen Bescheinigung erbracht.

Die Bema-Positionen 13 e bis g gelten nicht für die Behandlung während der Schwangerschaft, bei der Behandlung von Kindern und Jugendlichen und bei der Behandlung bei Kontakt mit Gußrestaurationen. Die Erbringung dieser Positionen zu Lasten der GKV macht es erforderlich, daß darüberhinausgehende Leistungen mit dem Patienten in einer Privatvereinbarung ausgehandelt werden müssen (Gemeinsame Erklärung aller KZVen und der KZBV 1996).

## **2.2. Werkstoffkundliche Aspekte zum Amalgam**

### *2.2.1. Geschichtlicher Überblick*

Metallgemische zum Füllen der Zähne fanden wahrscheinlich seit dem 7. Jahrhundert, mit Sicherheit belegbar aber seit dem 16. Jahrhundert sowohl in China als auch in Deutschland Anwendung. Im 19. Jahrhundert setzte sich die Anwendung von Amalgam in Deutschland durch. 1887 wurden bereits 75 % aller Füllungen aus Amalgam gelegt. Die wissenschaftliche Erforschung der Amalgame begann 1896 mit Black (Riethe, 1980 b).

### *2.2.2. Kavitätenpräparation für Amalgamfüllungen*

Die von Black 1889 aufgestellten Präparationsregeln sind auch heute noch mit gewissen Einschränkungen gültig. So werden die Ränder der Kavitäten nicht mehr unbedingt bis in die Selbstreinigungszonen verlegt. Unterschnitte sind dagegen für die Retention der Füllung unabdingbar. Um einen besseren Randschluß zu erreichen, werden im Gegensatz zu Black die Ecken des approximalen Kastens abgerundet (Wegener, 1985 a).

### *2.2.3. Werkstoffkundliche Eigenschaften*

#### *2.2.3.1. Zusammensetzung*

„In dem Bemühen, eine hohe Qualität der Amalgamfüllungen sicherzustellen, wurden 1931 erstmalig Spezifikationen der Zusammensetzung des mit Quecksilber zu vermischenden Metallpulvers aufgestellt.“ Eine weitere Spezifikation wurde von der FDI (Federation Dentaire Internationale) 1957 herausgegeben und hatte bis vor einigen Jahren Gültigkeit (Breustedt, 1985).

Allen Non-Gamma-2-Amalgamen ist der hohe Kupfergehalt und der Ersatz der Gamma-2-Phase durch die Eta-Phase gemeinsam. Damit wurde die alte Forderung der FDI-Spezifikation nach maximal 6 % Kupfer aufgegeben. Die Non-Gamma-2-Amalgame zeichnen sich durch hohe Korrosionsbeständigkeit und ein edleres Korrosionspotential aus (Riethe, 1985 ).

Nach DIN 13904 von November 1981 bestehen heute gebräuchliche Legierungen zur Herstellung von Amalgamen aus mindestens 65 % Silber, maximal 29 % Zinn, 15 % Kupfer, 3 % Quecksilber und 2 % Zink.

### *2.2.3.2. Abbindevorgang*

Nach der alten ADA- und FDI-Spezifikation betrug der Kupfergehalt im Amalgam maximal 6 %. Der wesentliche Bestandteil  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  (Gamma-Phase) reagiert während des Abbindens mit Quecksilber zu  $\text{Ag}_3\text{Hg}_4$  und  $\text{Sn}_8\text{Hg}$  (Gamma-2-Phase). Die entstandene Gamma-2-Phase ist sehr korrosionsempfindlich (Kropp, 1980; Riethe 1985).

Durch Erhöhung des Kupfergehaltes kommt es zur Eliminierung der Gamma-2-Phase (Kropp, 1980; Körber und Ludwig, 1993).

Bei den Non-Gamma-2-Amalgamen wurde ein Teil des Zinns durch ein Silber-Kupfer-Eutektikum, bestehend aus 72 % Silber und 28 % Kupfer, ersetzt. Während der Reaktion mit Quecksilber entsteht eine Kupfer-Zinn-Phase, auch Eta-Phase genannt.

Diese Phase bindet überschüssiges Zinn, womit die Gamma-2-Phase entfällt. Die Eta-Phase ist mechanisch stabiler und korrosionschemisch edler. Im Gefüge ist jetzt die Eta-Phase die unedelste, da sie aber kein Quecksilber enthält, ist die Gefahr der merkuroskopischen Expansion ausgeschaltet (Riethe, 1985; Kropp, 1980; Körber und Ludwig, 1993).

### *2.2.3.3. Volumenverhalten*

Die Bildung verschiedener Phasen während des Abbindevorganges verursacht Volumenänderungen. Zunächst erfolgt unmittelbar nach der Kondensation eine Kontraktion. Daran anschließend setzt eine Expansion ein, die wiederum abhängig von Partikelgröße, der Art der Feilung, des Quecksilbergehaltes, des Stopfdruckes und der Anmischzeit ist. Neben der Expansion in der Abbindephase kann es zu einer verspäteten Expansion durch die Reaktion zinkhaltiger Amalgame mit Speichel kommen, wodurch sich freier Wasserstoff bildet, der durch Porenbildung zu einer

Aufblähung des Amalgams führt. Bei gamma-2-haltigen Amalgamen kann es zur merkuroskopischen Expansion kommen (Breustedt, 1985).

#### *2.2.3.4. Korrosionsverhalten*

Gamma-2-haltige Amalgame bilden nach der Abbinde-Diffusions-Reaktion ein heterogenes Gefüge. Gamma-1-, Gamma-2- und Restkörper der Gamma-Phase liegen nebeneinander. Die Kristallite sind unterschiedlich edel. Dadurch kommt es zu spontanen Kurzschlußelementbildungen. Die unedelste dieser Phasen (Gamma-2-Phase) korrodiert. Die Korrosionsprodukte (Zinn-Salze) lagern sich auf der Gamma und Gamma-1-Phase ab. Es kommt zum Verschluß von Porositäten und Randspalten. Die Bildung einer Passivierungsschicht kann eine weitere Korrosion teilweise verhindern. Korrosiv freigesetztes Quecksilber führt zur weiteren Bildung der Gamma-1-Phase, die für die Expansion verantwortlich ist. Die Sekundärexpansion führt zum Aufbiegen und Bruch der Füllungsänder.

Bei gamma-2-freien Amalgamen ist die Eta-Phase die unedelste Schicht. Da diese kein Quecksilber enthält, entfällt die Sekundärexpansion (Körber und Ludwig, 1993).

Die Gesamtkorrosionsrate wird vom unedelsten Legierungsbestandteil, dem Zinn bestimmt. Wiemann et. al. (1994) untersuchten die Abgabe von Quecksilber, Silber, Kupfer und Zinn bei 4 verschiedenen Amalgamen in einem Kunstspeichel. Sie stellten fest, daß die Abgabe aller Elemente in den ersten Stunden sehr schnell sinkt. Die Zinn-Abgabe lag jedoch immer über der von anderen Elementen. Daraus ergab sich keine Abhängigkeit vom Stopfdruck.

Meyer et. al. (1989) konnten gamma-2-haltige Amalgame wegen der erhöhten Korrosionsanfälligkeit nur noch bedingt empfehlen. Aus den Untersuchungen ging hervor, daß ein höherer Stopfdruck vermutlich zu einer Abnahme der Porengröße und zu einer niedrigeren Korrosionsrate führt, wobei aber ein Stopfdruck von 20 N/mm<sup>2</sup> klinisch nicht relevant ist.

Willershausen-Zönnchen et. al. (1991) untersuchten den Kontakt zwischen Amalgamen und zwei verschiedenen Gußfüllungen. Nach kurzer Zeit kommt es zum Stillstand der Quecksilberfreisetzung durch Bildung einer Passivschicht aus anorganischen Salzen und Metalloxiden auf der Amalgamoberfläche.

Gußmetalle mit hohem Edelmetallanteil zeigten auf der Oberfläche geringfügige Quecksilberauflagerungen, während nichtedelmetallhaltige Legierungen keine Quecksilberauflagerungen aufwiesen. Daraus resultiert ein vermehrter Quecksilberumsatz durch einen Amalgam-Gußmetallkontakt. Die freigesetzten Mengen können jedoch wegen gleichzeitig ablaufender Passivierungsvorgänge mit Bildung von Salz- und Oxidschichten als relativ gering bezeichnet werden. Die Mengen liegen weit unter der Quecksilberkonzentration, die durch die Nahrung aufgenommen wird.

Marxkors et. al. (1985) gelangten zu der Erkenntnis, daß durch den Kontakt zwischen Amalgam und Edelmetall die Korrosionsrate über einen längeren Zeitraum deutlich erhöht ist. Die auftretenden Ströme bei Kontakt von Amalgam und anderen metallischen Restaurationen dienen nicht ausschließlich der Freisetzung von Ionen, sondern auch der Bildung von Deckschichten. Es ist daher unzulässig, gemessene Kurzschlußströme zur Berechnung von Ionenäquivalenten im Speichel zu benutzen, wie etwa im Zusammenhang mit der toxikologischen Beurteilung einer Dentallegierung.

#### *2.2.3.5. Randspaltverhalten*

Da es zwischen Amalgam und Zahnhartsubstanz keine chemische Verbindung gibt, kommt es zu Randspaltproblemen. Die Randschlußqualität wird u. a. beeinflusst durch marginale Adaptation und das Volumenverhalten beim Abbinden. Eine rauhe Schmelz- und Dentinoberfläche erschweren eine adäquate Adaptation des

Restaurationsmaterials. Weiterhin könnte die Partikelgröße der Legierung Einfluß auf die Randqualität haben (Schaller et. al. 1988).

Zur Verbesserung der Randqualität kann Amalgam nach dem Abbinden oberflächlich bearbeitet werden. Im approximalen Bereich ist das jedoch schlechter möglich. Eine Untersuchung ergab, daß eine maschinelle Kondensation gegenüber der Handkondensation eine glattere Oberfläche, aber keine verbesserte Randqualität bewirkt. Die Kombination Amalgam-Dentinadhäsiv bzw. Amalgam-Liner brachte gute Ergebnisse für die Randsdichte (Spreitzer et. al. 1988).

Hannig et. al. (1989) fand heraus, daß man durch Nacharbeiten mit Finierstreifen die oberflächlichen Porositäten im zerviko-approximalen Anteil der Füllung vermindern könnte. Durch maschinelle Kondensation kann die Homogenität der approximalen Füllungsoberfläche verbessert werden, die Gefahr des Überstopfens ist jedoch trotz Verkeilung größer als bei der Handkondensation.

Wöstmann und Lütke-Notarp (1991) resümierten: „Wer ausarbeitet und poliert, legt auch die Füllung lege artis.“ Stufen im Approximalraum sind zurückzuführen auf unsachgemäßen Gebrauch oder das Weglassen von Matrizen.

Hunkirchen (1968) definierte für die Untersuchungen der Randschlußverhältnisse von Amalgamfüllungen im zervikalen und approximalen Bereich einen Sondenproben-Index. Er legte die Spalt- und Stufenwerte wie folgt fest:

Sp0 0-60 µm =sehr gut, Sp1 60-300 µm =gut, Sp2 300-600 µm =mangelhaft und Sp3 >600 µm =schlecht.

#### 2.2.3.6. *Halbbarkeitsdauer*

Die Lebensdauer einer Füllung ist abhängig von Material, Verarbeitung und Füllungstechnik und von den Ernährungs- und Mundhygienegewohnheiten des Patienten (Hammer und Hotz, 1979; Pieper et. al. 1988).

Pieper et. al. (1991) untersuchten an Klinikpatienten Amalgam- und Kunststofffüllungen nach. Amalgamfüllungen wiesen für lange Zeit gute Funktion und Qualität auf. Nach 9 - 11 Jahren ergab sich eine Verlustrate von 14,7 %. Es handelte sich aber um ein selektiertes Patientengut und überwiegend interessierte Patienten.

Westermann et al. (1990) untersuchten die Verweildauer von ausgedehnten Amalgamfüllungen. Nach 8 Jahren waren noch 49 % der dreiflächigen, und 47 % der vierflächigen Füllungen vorhanden.

Die DGZMK und DGZ (1995) gaben eine durchschnittliche Lebensdauer für Amalgamfüllungen im kaubelasteten Seitenzahnbereich von 7-8 Jahren an.

Hetzer (1989) untersuchte die Standzeit von Amalgamfüllungen im jugendlichen permanenten Gebiß und beobachtete, daß Füllungen, die zwischen dem 6. und 9. Lebensjahr gelegt wurden, innerhalb von 5 Jahren zu 37 % erneuert werden mußten und zwischen dem 9. und 11. Lebensjahr gelegten Füllungen zu 25 % erneuert werden mußten. Dabei zeigte sich eine höhere Erneuerungsquote bei manueller Trituration des Amalgams.

#### *2.2.3.7. Quecksilberfreisetzung aus Amalgamfüllungen*

Nach WHO-Richtlinien beträgt die annehmbare Langzeitdosis 45 µg/Tag Gesamtquecksilber. Die kritische Höchstdosis liegt bei 400 µg/Tag, wobei eine kurzfristige Überschreitung der Tagesdosis als nicht gesundheitsgefährdend eingeschätzt wurde. Durchschnittlich werden über die Nahrung und über die Luft 20-25 µg/Tag aufgenommen (Hellwig et .al. 1990).

Drasch et. al. (1992) untersuchten an Leichen die Konzentration von anorganischem und organischem Quecksilber in der Nierenrinde, in der Leber und in 5 Hirnarealen.



Die Ergebnisse wurden mit der Anzahl der Füllungen korreliert. Personen mit einer höheren Anzahl von Füllungen wiesen auch eine höhere Quecksilberbelastung der Organe auf. Sie stellten dabei fest, daß die Quecksilberkonzentration in der Nierenrinde vom Lebensalter abhängig ist. Bis zum mittleren Alter (50 Jahre) kommt es zu einem Abfall der Konzentration und steigt in höherem Alter wieder an. Es konnte keine Geschlechtsabhängigkeit festgestellt werden.

Klemann et. al. (1990) fanden bei 95 Fruchtwasseruntersuchungen in 24 Fällen eine Konzentration von 0,3-0,6 µg Hg/l und in einem Fall 0,9 µg Hg/l. In den übrigen Fällen lag die Quecksilberkonzentration unterhalb der Nachweisgrenze von 0,25 µg Hg/l. Eine Korrelation der Konzentration von anorganischem Quecksilber im Fruchtwasser mit der Anzahl der Füllungen der Mütter konnte nicht festgestellt werden.

Auch die DGZMK (1990) erklärte, daß entgegen früheren Mutmaßungen keine Korrelation zwischen der Quecksilberkonzentration in Fruchtwasser und Muttermilch mit der Anzahl der Amalgamfüllungen der Mütter besteht.

Hellwig et. al. (1990) untersuchten die Quecksilberabgabe aus Silberamalgamfüllungen in vitro und analysierten die Quecksilberabgabe nach dem Legen und der Politur der Füllung mit der sehr sensitiven ICP (Inductively-Coupled-Plasma-Atom-Emmissionsspektroskopie). An den ersten beiden Tagen ist die abgegebene Menge sowohl aus frisch gelegten als auch aus frisch finierten Füllungen am höchsten (63,2 µg/50mm<sup>2</sup> frisch gelegte Füllung, 41,5 µg/50mm<sup>2</sup> frisch finierte Füllung). Danach erfolgt ein Abfall der Abgabe auf 2 µg Hg/Tag. Der Abfall der Quecksilberabgabe läßt sich mit der Bildung von Korrosionsschichten auf der Oberfläche erklären. Die Werte können nicht direkt auf die Mundhöhle übertragen werden, da eine zusätzliche Belastung durch den pH-Wert, den Sauerstoffgehalt, die Proteinzusammensetzung des Speichels und durch mechanische Beanspruchung durch Mastikation und Zähneputzen zu erwarten ist.

Lussi et. al. (1992) untersuchten die Abgabe von Quecksilber und Kupfer aus in vivo gealterten Füllungen und fanden ähnliche Werte wie bei in vitro gealterten Füllungen.

Sowohl Pieper et. al. (1989) als auch Kessel et. al. (1980) fanden erhöhte Blut- und Urinquecksilberkonzentrationen bei Studenten, Klinik- und Praxispersonal.

Grenzwerte liegen bei 200 µg/g Kreatinin und 50 µg/l Blut. Diese Werte wurden jedoch nicht überschritten.

Um Patienten und Personal vor zu hoher Raumluftkonzentration zu schützen, empfahlen Pulsmeier und Ott (1990) beim Legen von Amalgamfüllungen ständig mit großer und kleiner Absauganlage zu arbeiten. Bei ihren Untersuchungen fanden sie maximale Raumluftkonzentrationen von 0,119 mg Hg/m<sup>3</sup> Luft über einen kurzen Zeitraum. Der MAK- Wert liegt bei 0.1 mg Hg/m<sup>3</sup> Luft.

Ott et. al. (1986) und Mayer et. al. (1994) gelangten zu dem Ergebnis, daß Quecksilberfreisetzung nach Nahrungaufnahme bzw. Kaugummikauen kurzfristig erheblich ansteigt, um danach sofort wieder abzufallen. Je mehr Füllungen vorhanden sind und je jünger diese sind, desto mehr Quecksilber wird freigesetzt. Zusätzliche Einflußgrößen sind die Quecksilberaufnahme durch die Nahrung, parafunktionelles Knirschen und die Art der Feilung. Die freigesetzten Mengen erlangen keine toxikologische Relevanz.

#### *2.2.4. Toxikologie*

Toxikologische Wirkungen von Quecksilber sind dosisabhängig. Akute Vergiftungen treten nur selten auf, typische Symptome bestehen in Erbrechen, Koliken und Diarrhoe. Chronische Einwirkungen kleinerer Quecksilbermengen äußern sich in unspezifischen Beschwerden wie Mattigkeit, Schwäche, Gewichtsverlust, Kopf- und Gliederschmerzen, Speichelfluß, Stomatitis und Gingivitis, Diarrhoe und Albuminurie.

Allergien auf Quecksilber sind weitgehend dosisunabhängig (Brehler, 1993).

Arbeitsmedizinisch tolerierbare Grenzwerte für Quecksilber und seine Verbindungen liegen nach Schiele (1991) für die Luft bei  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  MAK (Maximale Arbeitsplatzkonzentration), für Harn bei  $200 \mu\text{g}$  Quecksilber/l BAT (Biologischer Arbeitsstoff-Toleranz-Wert) und für Blut bei  $5 \mu\text{g}/\text{dl}$  BAT (Riethe, 1985).

Bei der toxikologischen Bewertung des Quecksilbers muß man streng zwischen den verschiedenen Formen, dem elementaren Quecksilber, den anorganischen zweiwertigen Ionen, dem Alkyl-Hg und den übrigen organischen Hg-Verbindungen unterscheiden, da ihre pharmakokinetischen Eigenschaften genau wie ihre Zielorgane sehr unterschiedlich sind (Ohnesorge, 1981).

Ohnesorge (1981) gibt eine Resorptionsquote von Quecksilber-Ionen zwischen 2 und 50 % an.

Lussi (1987) sagte, daß Quecksilber in elementarer Form nur zu 0,01 % im Magen-Darm-Trakt resorbiert wird.

Als gefährlich wurden von mehreren Autoren (Ohnesorge, 1981; Lussi, 1987) die Quecksilberdämpfe angesehen. Sie werden gut über die Alveolen resorbiert, gelangen von dort zu 80 % in die Blutbahn, werden in den Erythrozyten oxidiert und in der Niere akkumuliert. Von dort wird Quecksilber über den Harn ausgeschieden. Nicht oxidiertes Quecksilber kann die Blut-Hirn-Schranke passieren. Durch den hohen Lipidgehalt wird es dort gut akkumuliert und nur schwer wieder eliminiert (HWZ: 1-18 Jahren). Im Blut wird Quecksilber wahrscheinlich enzymatisch in die Ionenform oxidiert. In dieser Form existiert eine besonders hohe Bindungsaffinität zu Proteinen und Sulfhydrylgruppen. Aus diesem Grund kann die Ionenform nicht ins Gehirn oder in den Fetus übertreten. Ein geringer Teil wird jedoch durch enzymatisch-reduktive Prozesse in die elementare Form umgewandelt, so daß bei Belastung des Organismus mit der Ionenform Quecksilber im Gehirn und im Fetus nachweisbar ist.

Lussi (1987) bezeichnete methylierte und äthylierte Quecksilberverbindungen als noch toxischer. Diese besitzen eine hohe Zellpermeabilität. Quecksilber-Kohlenstoff-Verbindungen sind sehr stabil, werden also nur langsam abgebaut und verteilen sich auf alle Kompartimente. Außerdem wirken diese Verbindungen und ihre Abbauprodukte als Allergen.

Methylierte Quecksilberverbindungen treten vorwiegend in Fischen, Muscheln und anderen Meerestieren auf. Lussi (1987) sah keinen Anhalt für Teratogenität und Kanzerogenität.

Wilhelm et. al. (1991) und Cascorbi et. al. (1994) untersuchten anhand von Blutproben den Einfluß der Amalgamfüllungen auf das Immunsystem. Je nach Belastung mit Quecksilber konnten keine Unterschiede in der Normalverteilung der Blutfraktionen und beim Rheumafaktor festgestellt werden.

Aus dermatologischer Sicht (Klaschka und Galandi, 1985) sind hämatogene Reaktionen vom Spättyp im zahnärztlichen Arbeitsbereich auf Nickel- oder Quecksilberverbindungen bekannt. Die Autoren vertraten die Ansicht, daß die erforderliche Menge an Quecksilber zur Auslösung einer Fernreaktion (1. Tag nach Legen einer Amalgamfüllung  $<10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) selbst bei hochsensibilisierten Personen nicht reichen dürfte.

Zum Nachweis einer Kontaktallergie dient der Epikutantest (Klaschka und Galandi, 1985; Hickel et. al., 1991; Cascorbi et. al., 1994).

Zur Epikutan-Testung werden nach Bandmann und Dohn (1967) Sublimat und Hg-Präzipitat in atoxischen Konzentrationen von 0,1 % bzw. 1,0 % oder niedriger verwendet (Klaschka und Matzick, 1992).

Lussi (1987) führt zur Diagnostik mittels Epikutan-Test  $\text{HgCl}_2$  (0,05-0,1 %),  $\text{NH}_2\text{HgCl}$  (1 %),  $\text{CuSO}_4$  (bis 10 %) und abgebundenes Amalgam an. Der Test muß vom Spezialisten durchgeführt werden.

Brehler et al. (1993) testeten mit Substanzen eines epikutanen Standardblockes (in Anlehnung an die Empfehlungen der deutschen Kontaktallergie-Gruppe) und zusätzlich Amalgam. Bei Patienten mit Mundschleimhauterkrankungen testeten sie außerdem Amalgambestandteile wie Silber, Kupfer und Zink.

Viele Autoren (Herrmann, 1985; Hotz, 1990; Klaschka und Matzick, 1992; Hickel et al. 1991) äußerten, daß trotz einer Sensibilisierung auf Quecksilber Amalgam gut toleriert wird.

Nach Lussi (1987) sprechen je nach Untersuchung zwischen 0,7 und 11,3 % allergische Patienten auf den Epikutantest mit einer Quecksilberverbindung an. Nur eine Studie gibt Auskunft über die totale Anzahl der Quecksilberallergien. Die getestete Verbindung war  $\text{HgCl}_2$ , auf die 0,1 Promille der Bevölkerung mit allergischen Reaktionen reagierte. Es handelte sich um selektiertes Patientengut, nämlich solche Patienten, die eine dermatologische Klinik aufsuchten. Nebenführer et al. (1984) stellten fest, daß jeder 20., der auf Quecksilber allergisch ist, auch auf Amalgam allergisch ist.

Cascorbi et. al. (1994) fanden in der Literatur bislang ca. 100 Falldarstellungen von Amalgamallergien bis zum damaligen Zeitpunkt.

Alle Fälle zeigten eine einheitliche Symptomatik wie Dermatitis, urtikarielle Reaktionen oder aufflackernde Ekzemschübe, die in zeitlichem Zusammenhang mit dem Legen der Füllung standen und nach 10-21 Tagen abgeklungen waren.

Im Erlanger Untersuchungszentrum für Amalgam konnten in einer Studie keine Zusammenhänge zwischen den Beschwerden der Patienten und dem Amalgam hergestellt werden.

Auch Müller-Fahlbusch und Wöhning (1983) stellten eine Diskrepanz zwischen den Beschwerden der Patienten und dem Befund fest. Die Entfernung der Amalgamfüllungen führte in ihrer Untersuchung nur in einem Fall zur Besserung der

Beschwerden. Die Patienten mit angeblicher Amalgamallergie sind in ihrer gesamten Persönlichkeit von ihrem Leiden erfaßt und bedürfen einer besonderen Führung durch den Zahnarzt.

So konnten Müller-Fahlbusch und Wöhning (1983) Zusammenhänge zwischen dem Auftreten der Leiden und situativer Veränderungen im Lebensrhythmus der Patienten aufdecken. Die Erhärtung der Verdachtsdiagnose auf ein psychosomatisches Leiden konnten sie in 43 Fällen durch eine ausführliche psychiatrische Untersuchung feststellen.

## **2.3. Füllungskunststoffe**

### *2.3.1. Indikation*

Friel (1996) beschrieb, daß Kunststofffüllungen im Seitenzahnbereich nur dann wirklich indiziert sind, wenn der Nachweis einer Allergie gegen Amalgam bzw. deren Bestandteile gemäß den Kriterien der Kontaktallergiegruppe der Deutschen Gesellschaft für Dermatologie erbracht wurde oder bei Vorliegen einer schweren Niereninsuffizienz. Riethe (1992) bezifferte die Quecksilber-Sensibilisierungsquote im Epikutan-Test auf 0,2 %.

Um in diesen Fällen eine leistungsgerechte Bewertung für eine Kunststofffüllung zu erzielen, wurden die Bema-Positionen 13 e, f und g eingeführt.

Hickel (1995) vertrat die Meinung, daß mit den heutigen Kompositmaterialien praktisch jede Klasse-I-Kavität in Adhäsivtechnik versorgt werden kann. Für Klasse-II-Kavitäten besteht die Forderung der allseitigen Schmelzbegrenzung.

Auch Mayer (1991) hielt eine Füllungstherapie im Seitenzahngebiet mit adhäsiven Materialien nur für vertretbar, wenn an sämtlichen Kavitätenrändern 1-2 mm Schmelz vorhanden ist.

Vanherle et al. (1989) empfahlen das Legen einer Kunststofffüllung bei niedriger Kariesinzidenz und guter Mundhygiene.

Motsch (1993) sah die Indikation von Komposit-Materialien im Seitenzahnbereich unter der Voraussetzung einer sorgfältigen und korrekten Verarbeitungstechnik wie folgt: Versiegelung kariesfreier Grübchen und Fissuren, erweiterte Fissurenversiegelung an Prämolaren und Molaren, kleine okklusale Läsionen bei Prämolaren, kleine zweiflächige okkluso-approximale Läsionen bei Prämolaren, wenn eine ausreichende okklusale Abstützung am Schmelz gewährleistet ist und als provisorische temporäre Seitenzahn-Füllung, z.B. nach Wurzelkanalbehandlung.

### *2.3.2. Ästhetische Bedeutung der Füllungskunststoffe*

Für die gestiegene Bedeutung der Komposite spricht nach Kullmann (1996) ein Wachstum auf dem deutschen Dentalmarkt in der Zeit von 1987 bis 1993 um 107 %. 1993 betrug der Marktanteil der Komposite 48 %, von Amalgam 30 % und der Glasionomerezemente 22 %.

Nach Hickel und Klaiber (1992) spielten für die Entscheidungsfindung bei der Füllungstherapie neben Größe, Lokalisation und approximaler Ausdehnung ebenso die Ansprüche des Patienten an die Ästhetik eine wesentliche Rolle.

Auch Motsch (1993) bekräftigte den wachsenden Anspruch der Patienten an die Ästhetik einer Füllung im Seitenzahnbereich, was unreflektiert von vielen Zahnärzten akzeptiert wurde. Er stellte fest, daß nicht wenige Zahnärzte nur noch Kompositfüllungen im Seitenzahnbereich legten.

### *2.3.3. Werkstoffkundliche Aspekte zu Füllungskunststoffen*

Sowohl Vanherle et. al. (1989) als auch Motsch (1993) stellten die Anforderungen an ein ideales Seitenzahn-Kompositionsmaterial wie folgt: Abnutzungsfestigkeit wie Schmelz, absolute Formstabilität, einfache konventionelle Verarbeitungstechnik, perfekte und dichte marginale Adaptation, Radioopazität, schnelle, exakte und nichtzahnschädigende Finierbarkeit, Biokompatibilität und ansprechende Ästhetik.

Vanherle et. al. (1989) beobachteten in ihren Untersuchungen einen exzessiven Verschleiß der natürlichen Zahnschmelz durch gegenüberliegende Kunststofffüllungen.

Viohl (1984 a) bewertete Kunststoffe gegenüber anderen Werkstoffen mit den schwächsten Werten in vielen Eigenschaften. Als kritisch sah er mangelnde Festigkeit, geringen Elastizitätsmodul, hohen thermischen Expansionskoeffizienten und eine hohe Polymerisationsschrumpfung an.

Reinhardt und Andres (1991) bezeichnen als zentrales Problem beim Einsatz von Kompositen im Seitenzahnbereich die Randständigkeit unter Kaubelastung und die Verschleißfestigkeit. Krämer und Petschelt (1996) stellten die Polymerisationsschrumpfung als Hauptproblem der lighthärtenden Komposite heraus, da die Abrasionswerte von Kompositen deutlich verbessert wurden. Auch Setz et. al. (1991) sahen die Polymerisationsschrumpfung als Mängel der Komposite, aber auch die Quellung durch Wasseraufnahme und die Abrasions- und Verfärbungsanfälligkeit.

Klaiber und Haller (1988) erkannten in der Polymerisationsschrumpfung ebenfalls ein Problem. Kunststoffe weisen immer noch unter Kaubelastung einen höheren Verschleiß als Amalgam auf. Das Problem der Röntgenopazität versuchte man durch Substitution der Quarzfüller mit Strontium- oder Barium-haltigen Gläsern zu lösen, was allerdings eine Herabsetzung der Verschleißfestigkeit bewirkte.

Lutz et. al. (1984) gaben die Polymerisationsschrumpfung mit 1,5-3,0 Volumenprozent an.

#### *2.3.3.1. Randschlußverhalten*



Motsch (1993) legte Bedingungen für einen optimalen Randschluß fest. Dazu gehörten Schmelzätztechnik, Anwendung von Kofferdam, Dentinadhäsive falls kein Schmelz am Kavitätenrand vorhanden ist, Schichttechnik zur Verringerung der Polymerisationsschrumpfung und geringe funktionelle Belastung der Füllung.

Seichter und Herforth (1980) beurteilten in einer Studie die Übergangszone zwischen Schmelz und Füllung mittels Replikas und stellten eindeutig heraus, daß die Säure-Ätz-Technik unerläßlich zur Vermeidung von Randspalten ist.

Reinhardt (1989) untersuchte die Korrelation zwischen Belastbarkeit und Konsistenz des unpolymerisierten Materials. Seiner Ansicht nach geht die Produktentwicklung zu stopfbaren Materialien hin, da diese eine geringere Polymerisationsschrumpfung aufweisen. Aber in Bezug auf die Randständigkeit sind diese Materialien nach seiner Untersuchung als bedenklich zu bewerten. Eine Möglichkeit, die Randständigkeit dennoch zu verbessern, sah Reinhardt darin, die Kompositfüllung mit einer Glasionomer-Unterfüllung zu kombinieren. Haftfestigkeitsmessungen an Dentin haben höhere Werte für Glasionomerzemente als für Phosphatzemente ergeben.

Seit einiger Zeit stehen mittelvisköse, spritzbare Hybridkomposite mit etwas geringerem Fülleranteil zur Verfügung, die sehr gut an Boden und Wänden der Kavität anfließen (Klaiber, 1998).

Bergmann et. al. (1990) bewerteten den Einfluß der Kavitätenform bei Klasse-I-Kavitäten auf das Randschlußverhalten und kamen zu dem Ergebnis, daß der Anteil der Randspalten bei nicht angeschrägten Kavitäten durch die große Zahl von parallel getroffenen Schmelzprismen wesentlich höher war, als bei angeschrägten Kavitäten. Eine Anchrägung der Kavitätenränder wird als unverzichtbar angesehen, trotz des Nachteils der Füllungsausdehnung, wodurch antagonistische Kontakte wahrscheinlicher werden.

Lässig und Leidig (1980) ermittelten die Spaltbreite an Amalgam-, Kunststoff und Silikat-Füllungen mittels REM-Aufnahmen. Bei ihren Untersuchungen ermittelten sie, daß Kunststoff-Füllungen eine geringere Spaltbreite als Amalgam- bzw. Silikat-Füllungen aufwiesen. Durch Politur kam es lediglich bei Amalgam zu einer geringen Verbesserung der Spaltbreite.

Roulet et. al. (1980 b) fanden in einer 3-Jahres-Studie eine Zunahme der Randverfärbungen und Randspalten mit zunehmendem Alter der Kunststoffüllungen.

### *2.3.3.2. Polymerisationsschrumpfung*

Kullmann (1989) sieht die Ursache der Bildung von marginalen Imperfektionen in der Volumenschrumpfung bei der Polymerisation. Bei der Polymerisation kommt es zu Spannungen im Verbundsystem Zahn/Füllung. In seiner Untersuchung konnte er keine Abhängigkeit der Höhe der Polymerisationsschrumpfung zum gewichtsmäßigen Gehalt an anorganischen Füllstoffen feststellen. Er empfahl, vorzugsweise lighthärtendes Material in Schichten von maximal 2 mm zu verwenden, da bei Photopolymerisaten die Längenänderung weitgehend in der Bestrahlungszeit von 20 Sekunden abgeschlossen ist. Bei selbsthärtenden Materialien dauert die Schrumpfung über einen Beobachtungszeitraum von 5 Minuten an. Auch bei Vanherle et. al. (1989) ist die Empfehlung zu finden, lighthärtende Materialien vorzuziehen, da durch eine schnellere Polymerisation die Kontraktion in kürzerer Zeit abläuft.

Zur Verringerung der Polymerisationsschrumpfung empfahlen mehrere Autoren die Anwendung der Schichttechnik, so z. B. Vanherle et. al. (1989), Motsch (1993), Lösche et. al. (1993).

Körper und Ludwig (1993) geben die Polymerisationsschrumpfung mit 2,6 bis 4,8 Volumenprozent in 24 Stunden an, hervorgerufen durch die Verringerung des Molekülabstandes der Makromolekülketten der Matrix während der Lighthärtung.

Klaiber (1998) gibt die Polymerisationsschrumpfung mit zwei bis drei Volumenprozent an.

#### 2.3.3.3. *Verschleißfestigkeit*

Motsch (1993) sah die Ursache des Verschleißes von Kompositfüllungen in der Abrasion, Attrition, Ermüdung und in chemischer Desintegration.

Die Abrasion erfolgt durch das Gleiten rauher und harter Partikel über die weichere Oberfläche der Kompositfüllung, wodurch eine großflächige Abnutzung entsteht.

Die Attrition erfolgt im Bereich okklusaler Kontakte, wobei durch lokale Druckspitzen die Materialoberfläche schmilzt, die betroffenen Bereiche haften nicht mehr genügend und werden schnell abgetragen.

Die Ermüdung wird neben chemischen und mikrobiellen Einflüssen durch funktionell bedingte Ermüdung des Materials verursacht.

Die chemische Desintegration wird durch das Mundmilieu (Speichel, Bakterien, Nahrung) bedingt. So erfolgt durch Wasseraufnahme mit der Zeit eine hydrolytische Degradation der Komposit-Matrix.

Nach Roulet und Wälti (1980) könnte die Zunahme der Rauigkeit der Materialoberfläche auf das Auflösen der Silanschicht zurückzuführen sein, was wiederum zum Verlust von anorganischen Füllpartikeln führt.

Meier C. und Lutz (1980) kamen in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß materialspezifischer Verschleiß nach 3-6 Monaten Tragezeit an Kompositfüllungen erkennbar ist. Weiterhin stellten sie fest, daß nach 2 Jahren kaum ein Unterschied im Vergleich zu den 1-Jahres-Ergebnissen im Abrasionsverhalten besteht. Während zwischen Amalgam und mikrogefüllten Kompositen und zwischen mikro- und makrogefüllten Kompositen kein signifikanter Unterschied im Abrasionsverhalten beobachtet wurde, konnte eine Signifikanz zwischen Amalgam und makrogefüllten Kompositen sichtbar gemacht werden. Roulet et. al. (1980 a) kamen ebenfalls zu dem

Schluß, daß Komposite mit einer Partikelgröße von 2,5 µm bis 100 µm erhebliche Substanzverluste gegenüber mikrogefüllten Kompositen aufweisen.

Motsch (1993) merkte jedoch kritisch zu den verschiedenen Verfahren zur Messung der Verschleißfestigkeit an, daß die Ergebnisse der zahlreichen in-vitro und in-vivo Untersuchungen schwer zu vergleichen seien, da untersuchte Zeitspannen und Versuchsanordnungen nicht standardisiert waren. Nur Langzeitstudien können aussagekräftige Ergebnisse über das Verschleißverhalten der Komposite liefern. Zur gleichen Aussage gelangten auch Roulet et. al. (1980 b).

Nolden (1980) verglich in einer Untersuchung die mechanischen Eigenschaften von selbsthärtenden und lighthärtenden Füllungskunststoffen. Er stellte die Tendenz zu mikrogefüllten Präparaten heraus, die sich durch günstigere Oberflächeneigenschaften auszeichneten. Diese wurden jedoch nach seiner Ansicht durch Einbußen bei den mechanischen Eigenschaften (Elastizitätsmodul, Biegemodul) erkauft.

Klaiber (1998) bezeichnet lighthärtende, hochgefüllte Hybridkomposite mit kleinsten Makrofüllern (Partikelgröße um 1 µm) hinsichtlich des Verschleißes und des Randschlußverhaltens als Material der ersten Wahl.

#### *2.3.3.4. Haltbarkeitsdauer*

Pieper (1990) gab die Lebensdauer von Kunststoffüllungen mit 6 Jahren an.

Hendriks und Letzel (1988) stellten in einer Studie an Klasse-I und -II-Kavitäten nach 5 Jahren eine Überlebensrate von 89 % fest.

Die Studie nach Bayne et al. (1989) zeigte nach 5 Jahren eine Verlustrate von 9,2 %. Damit lag die Verlustrate von Kompositfüllungen in ihren Untersuchungen nur halb so hoch wie bei Amalgamfüllungen.

Pieper et al. (1991) gaben den Verlust von 7,1 % der Kompositfüllungen nach 2 bis 4 Jahren , von 10,8 % nach 5 bis 8 Jahren und von 10,5 % nach 9 bis 11 Jahren an.

#### *2.3.4. Biokompatibilität*

Schmalz (1996) beschäftigte sich mit der Biokompatibilität von Nicht-Amalgam-Füllungsmaterialien und stellte dabei fest, daß von allen Materialien Substanzen herausgelöst werden, die biologische Reaktionen verursachen können. So wurde eine mutagene Wirkung von einigen Dentin-Bonding-Agenzien sowohl auf Bakterien als auch auf Säugetiere nachgewiesen. Als verantwortliche Komponente des Bondings gilt das Glutaraldehyd. Weiterhin wurden Boran-Derivate und Comonomere diskutiert.

Die Pulpenverträglichkeit der Materialien ist abhängig von der Schichtdicke des intakten Dentins über der Pulpa und der Vermeidung einer Bakterieninvasion zwischen Füllungsmaterial und Kavität.

Außerdem berichtete Schmalz (1996) über Gingivareaktionen auf Füllungsmaterialien, die auf die Akkumulation von Bakterien zurückzuführen waren. Auch Staehle (1997) führte die Irritation der Gingiva auf Plaqueadhäsion an Oberflächen zurück, die zum Beispiel durch unsachgemäß gestaltete Restaurationsränder verursacht werden können.

Das Herauslösen von Komponenten aus Kompositen ist hauptsächlich abhängig vom Monomer-Polymer-Umbau (Geurtsen, 1996). Aber auch die Art des Lösungsmittels (Wasser, Speichel, Alkohol) hat einen signifikanten Einfluß auf Umfang und Qualität der herausgelösten Komponenten. Die Freigabe von Komponenten durch hydrolytischen Zerfall und andere Mechanismen der Erosion sind stark abhängig vom pH-Wert.

Geurtsen (1996) fand weiterhin, daß bei konventionellen und lighthärtenden Kompositen nach der Aushärtung Wasserstoff-Ionen freigesetzt werden können, die für postoperative pulpaire Empfindlichkeiten verantwortlich sein könnten.

Eine leichte bis mäßige Reaktion der Pulpa auf der modifizierten Bowen-Formel basierenden Komposite beschreibt Götze (1980). Als weitere Ursache einer pulpalen Schädigung sah er Mikrospalten an, durch die Bakterien in den Raum zwischen Füllung und Kavität einwandern können. Außerdem maß er der Schichtdicke des Dentins über der Pulpa eine prospektive Bedeutung bei.

Eine tumorindizierende Wirkung konnte im Tierexperiment durch dentale Kunststoffe sowie Amalgame nicht nachgewiesen werden.

Bei Materialien auf Methacrylat-Basis können durch Oxidationsprozesse Spuren von Formaldehyd entstehen. Die Mengen liegen allerdings weit unterhalb derer, die mit der Nahrung aufgenommen werden. Formaldehyd kann mit verschiedenartigen anderen Substanzen zu einem Allergen reagieren. In experimentellen Untersuchungen konnten für Formaldehyd zyto- und neurotoxische sowie mutagene und kanzerogene Effekte nachgewiesen werden (Staehe, 1997).

Lehmann et al. (1993) untersuchten in einer Studie verschiedene Bestandteile von Kompositen auf ihre Zytotoxizität. Sie fanden, daß Bis-GMA (Bisphenol-A-Glyzidyl-Methacrylat), Hauptbestandteil der organischen Matrix der meisten gebräuchlichen Komposite, die weitaus größte Zytotoxizität aufwies.

Primer- und Bondingüberschüsse können im nichtabgebundenen Zustand als Allergen wirken, was jedoch durch Verwendung von Kofferdam verhindert werden kann. Bei einer bestehenden Latexallergie steht auch latexfreier Kofferdam auf Silikonbasis zur Verfügung (Klaiber, 1998).

### **3. Material und Methoden**

#### **3.1. Reihenuntersuchung (Häufigkeiten)**

Um einen Überblick über die Häufigkeit der verschiedenen Füllungsarten zu erhalten, wurde in der Zeit zwischen Januar 1996 und Januar 1997 bei den Rekruten zur Einstellung der aktuelle Befund erhoben.

Die Einstellungen fanden im Januar 1996, April 1996, Juli 1996, September 1996, November 1996 und Januar 1997 statt. In diesem Zeitraum wurden 537 Rekruten in die Bundeswehrekaserne nach Neustadt am Rübenberge einberufen und von Untersucher 1 untersucht. Bei der Befunderhebung wurden alle Defekte und Versorgungen der Zähne berücksichtigt. Die Rekruten stammten aus Niedersachsen, Hessen und Sachsen- Anhalt.

Folgende Befunde wurden erhoben:

1. DMF(T), DMF(S)
2. Füllungswerkstoff
3. Sekundärkaries
4. provisorische Füllungen
5. Zahnersatz

Zur Erfassung der Gesamtsituation wurde der DMF-Index erhoben.

Beim DMF-T Index werden die erkrankten (D), fehlenden (M) und gefüllten (F) Zähne mit Ausnahme der Weißheitszähne gezählt. Dabei werden im permanenten Gebiß 28 Zähne gewertet, beim DMF-S Index 128 Flächen (Einwag et al., 1991).

Schneidekanten der Frontzähne sind keine separaten Zahnflächen. Ist eine Läsion oder Füllung auf die Schneidekante begrenzt, wird sie der nächstliegenden Fläche zugerechnet.

Eine approximale Füllung an einem Frontzahn gilt dann als Füllung an der benachbarten labialen oder lingualen/palatalen Fläche, wenn zumindest ein Drittel dieser Nachbarfläche in die Füllung einbezogen ist.

Bei approximal-okklusalen Füllungen gelten die benachbarten bukkalen oder oralen Flächen als beteiligt, wenn die Ausdehnung der Füllung zumindest einen Millimeter über die Begrenzungslinie hinausreicht.

Ist ein Zahn überkront, werden alle Flächen der F-Komponente des DMF-Index zugerechnet. Bei Frontzahnkronen, die aufgrund eines Traumas, einer Mißbildung oder aus ästhetischen Gründen eingegliedert wurden, wird dieser Befund nicht registriert.

Zähne, die bei der kieferorthopädischen Behandlung entfernt wurden, wurden nicht registriert.



Avitale Zähne werden wie vitale Zähne bewertet. Wurde bei einem avitalen Zahn eine Füllung gelegt, um den Wurzelkanal zu verschließen, wird diese Füllung nicht registriert (Einwag et al., 1991).

Die Untersuchung erfolgte mit nicht vergrößerndem Spiegel und Sonde, die nur tastend ohne Druck eingesetzt wurde. Die Untersuchung der approximalen Flächen erfolgte mittels Beleuchtung über die Behandlungsleuchte der zahnärztlichen Behandlungseinheit über den Spiegel.

Bei den Einstellungen von Januar 1996 bis Januar 1997 wurde zusätzlich erhoben, ob die Rekruten aus den alten oder neuen Bundesländern stammten.

### **3.2. Untersuchung der Füllungsqualität**

Die Untersuchungen erfaßten 217 Patienten (zusätzlich zu den 537 Rekruten der Einstellungsuntersuchungen), die zwischen September 1994 und Dezember 1996 in den Zahnarztgruppen der Bundeswehr der beiden Behandler und in der Praxis von Untersucher 2 behandelt wurden und deren Wohnorte in den alten und neuen Bundesländern lagen. Der Bundeswehrstandort von Untersucher 2 war Stallberg/Landkreis Uecker-Randow, und seine Praxis befindet sich in Wilhelmsburg/Landkreis Uecker-Randow, in der 81 Patienten untersucht wurden. Der Standort von Untersucher 1 lag in Neustadt am Rübenberge/Landkreis Hannover.

Zur Auswertung wurden Untersuchungen und Behandlungen von Patienten im Alter zwischen 18 und 25 Jahren, 176 männlichen Geschlechts und 41 weiblichen Geschlechts, herangezogen. Dabei handelt es sich ausschließlich um Patienten, die zuvor in kassenzahnärztlichen oder privaten Praxen behandelt wurden.

Zur Auswertung gelangten die behandlungsbedürftigen Kunststoff- und Amalgamfüllungen (Tab.: 1).

Anzahl der Patienten	217
----------------------	-----

Anzahl der Amalgamfüllungen	236
Anzahl der Kunststofffüllungen	69

*Tab. 1: Anzahl der untersuchten Patienten und der ausgetauschten Füllungen*

Mit Hilfe eines Befundbogens (siehe Anhang) wurde das Interview mit dem Patienten geführt und das Ergebnis der klinischen Untersuchung registriert.

### **3.3. Anamnese**

Folgende Patientendaten wurden ermittelt:

- Name und Vorname
- Geburtsdatum
- Schulabschluß
- Wohnort

Im letzten Teil des Befundbogens wurden weitere Informationen durch Befragung der Patienten gewonnen:

- ungefähres Alter der zu entfernenden Füllung
- Kofferdamanwendung beim Legen der Kunststofffüllung
- eventuell nach der Behandlung aufgetretene Schmerzen
- Gründe für die Verwendung von Kunststofffüllungen im Seitenzahnbereich

### **3.4. Klinische Untersuchungen**

Die Patienten stellten sich in der sogenannten Neukrankenmeldezeit in der jeweiligen Zahnarztgruppe oder als Schmerz- oder Kontrollpatienten in der Praxis vor.

Hierbei führten folgende Gründe zu einer Füllungsentfernung:

1. Randspalt (nur bei Kunststofffüllungen)
2. Sekundärkaries
3. Fraktur der Füllung oder der umgebenden Hartschubstanz
4. Schmerzen

Bei Akutbehandlungsfällen wurde nachträglich eine eingehende Befunderhebung durchgeführt. Alle Füllungen wurden nach ausreichender Trockenlegung mit Watterollen und Luftbläser mittels Mundspiegel (plan und oberflächlich verspiegelt) und zahnärztlicher Sonde bei standardisierter Beleuchtung (Beleuchtungslampe) begutachtet.

Weitere Bestandteile der klinischen Befunderhebung waren die Erfassung des API und des modifizierten SBI nach Lange (1986). Zur Bestimmung des API wurde die Plaque mittels Farbstoff angefärbt. Wir verwendeten den Farbstoff Erythrosin in Form von Färbetabletten der Firma Blend a med (Schwalbach/Deutschland).

Es wurde lediglich beurteilt, ob interdentale Plaque vorhanden ist oder nicht und aufgrund einer Ja/Nein -Entscheidung mit prozentualer Auswertung in den Befund eingetragen.

Analog zum API wurde der modifizierte SBI durch eine Ja/Nein-Entscheidung mit prozentualer Auswertung vorgenommen. Dazu erfolgte eine vorsichtige Sondierung mit stumpfer Parodontalsonde (Lange, 1986).

Ausgewertet wurden der API und der modifizierte SBI zum einen für das Gesamtgebiss und zum anderen für die untersuchten Zähne, an denen Füllungen ausgetauscht wurden.

Anschließend erfolgte die Dokumentation der genannten Gründe, die zur Füllungsentfernung führten.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurde nun eine Aussage zum Randschluß bzw. zur Qualität des Randspaltes, falls vorhanden, getroffen (Punkt 4 des Untersuchungsbogens).

Zur Qualitätsbeurteilung von Füllungen modifizierte Pieper (1990) ein von der California Dental Association (1977) veröffentlichtes Bewertungsschema. Das modifizierte Schema basiert auf einer Untersuchung mit Spiegel und Sonde. Kriterien der Bewertung sind Randschluß, anatomische Gestaltung, Oberflächenzustand sowie bei Kunststofffüllungen Farbe und Randverfärbung.

Nach diesen Kriterien wird, wie in Tabelle 2 dargestellt, in 4 Bewertungsgruppen unterteilt:

A	Die Füllung weist eine ausgezeichnete Qualität auf, der Schutz von Zahn und umgebendem Gewebe ist gewährleistet.
B	Die Füllung hat eine akzeptable Qualität, weist jedoch eine oder mehrere Detailabweichungen vom Ideal auf. Sie sollte korrigiert und beobachtet werden.
C	Die Qualität der Füllung ist nicht akzeptabel und künftige Schäden von Zahn und umgebendem Gewebe sind mit großer Wahrscheinlichkeit abzusehen. Eine Erneuerung in absehbarer Zeit ist indiziert.
D	Die Füllung weist große Mängel auf, die zu einer sofortigen Erneuerung zwingen.

*Tab. 2: Bewertungskriterien der Füllungen*

Erläuterungen zu diesen Kategorien wurden in den Tabellen 3 bis 7 erfaßt:

A	Mit Lupe kein Randspalt, Sonde hakt kaum, kariesfrei.
B	Randspalt im Schmelzbereich sichtbar, Sonde hakt. Dentin und Unterfüllung liegen nicht sichtbar frei.

C	1. Randspalt. Dentin und Unterfüllung liegen frei. 2. Bei Kunststofffüllungen: deutliche Verfärbung.
D	Sichtbare Randkaries. Füllung ist locker, frakturiert, fehlt partiell oder total. Zahnhartsubstanz ist frakturiert.

*Tab. 3: Randschlußkriterien bei der Bewertung der Füllungen*

A	Die Füllung entspricht der anatomischen und funktionellen Form des Zahnes.
B	1. Die Füllung entspricht nicht der anatomischen Form und Funktion des Zahnes. 2. Stellenweise Überkonturierung bzw. Überfüllung von Füllungsmaterial auf die Kaufläche. 3. Stellenweise Unterkonturierung bzw. Unterfüllung auf der Kaufläche.
C	1. Füllungsmaterial fehlt, Dentin oder Unterfüllung liegt frei. 2. Marginal überstehende Füllungsänder. Zusätzlich für Amalgamfüllungen: 3. Schliffacetten oder Vorkontakte. 4. Sämtliche zu erreichende Kontakte fehlen.

*Tab. 4: Formkriterien bei der Bewertung der Füllungen*

A	Die Füllung scheint glatt, kann glänzend oder matt sein.
B	Oberflächliche Rauigkeiten oder Unebenheiten.
C	Tiefgehende Unebenheiten, z.B. Furchen, Löcher, abgeplatzte Schichten.

*Tab. 5: Oberflächenkriterien bei der Bewertung von Füllungen*

A	Physiologischer Kontakt.
B	Approximalkontakt mit Zahnseide schwer durchgängig.

C	1. Kein Approximalkontakt vorhanden. 2. Approximalkontakt mit Zahnseide nicht durchgängig.
D	Approximalkontakt mit Zahnseide nicht durchgängig und Interdentalraum verschlossen (Prüfung mit Zahnholz)

*Tab. 6: Kriterien für den Approximalkontakt bei der Bewertung von Füllungen*

A	Kein Unterschied in Farbe oder Transparenz zwischen Füllung und Zahn.
B	Unbedeutender, eben wahrnehmbarer Unterschied in Farbe und Transparenz zwischen Füllung und Zahn.
C	Starke Farbdifferenz zwischen Füllung und Zahn.

*Tab. 7: Farbkriterien bei der Bewertung von Kunststofffüllungen*

Nachdem die vorhandene Kunststoff- oder Amalgamfüllung entfernt war, untersuchten wir die Kavität auf vorhandene Sekundärkaries und deren Lokalisation. Dabei wurden folgende Karieslokalisationen, in Tabelle 8 dargestellt, unterschieden:

A	okklusaler Rand der Füllung
B	approximaler Rand der Füllung
C	Kavitätenwände
D	pulpale Wand

*Tab. 8: Möglichkeiten der Lokalisation der Karies*

Nach erfolgter Exkavation der Karies konnte eine Aussage zum Zustand der Pulpa, in Tabelle 9 erläutert, gemacht werden:

A	vital
B	avital
C	vorhandene Wurzelfüllung

*Tab. 9: Zustand der Pulpa*

Anschließend wurde die Entscheidung über die erforderliche Therapie getroffen (Tabelle 10):

A	Eine definitive Füllung ist möglich mit ggf. einem anderen Werkstoff.
B	Zum Schutz der Pulpa ist eine indirekte Überkappung erforderlich.
C	Zum Schutz der Pulpa ist eine direkte Überkappung notwendig.
D	Die Pulpa ist nicht erhaltungswürdig, eine Vitalexstirpation ist erforderlich.
E	Der Zahn ist nicht erhaltungswürdig und muß extrahiert werden.

*Tab. 10: Therapieentscheidung*

#### **4. Ergebnisse**

##### **4.1. Ergebnisse der Reihenuntersuchung**

Die Ergebnisse der Reihenuntersuchung an 561 Rekruten wurden in der Tabelle 11 zusammengestellt:

Füllungsart	Anzahl	davon kariös	Anteil in %	Randspalt	Anteil in %
Amalgam	3080	280	9,1	-	-
Kunststoff	249	42	16,9	13	5,2

*Tab. 11: Verteilung von Füllungen, kariösen Füllungen und Füllungen mit Randspalt nach Füllungsmaterial*

Im Durchschnitt hatten die Rekruten 5,74 Amalgamfüllungen und 0,46 Kunststofffüllungen.

Bei den Amalgamfüllungen wären 9,1 % der Füllungen zu ersetzen. Demgegenüber stand bei den Kunststofffüllungen ein Anteil von 22,1 %. Hier besteht ein signifikanter Unterschied nach Fisher`s exact Test  $p = 0,0003$ .

Bei der Differenzierung der Rekruten nach neuen oder alten Bundesländern, ergaben sich, wie in Tabelle 12 zusammengestellt, folgende Ergebnisse:

	alte Bundesländer	neue Bundesländer
Rekruten	197	126
DMF(T)	8,8	8,7
DMF(S)	18,6	17,2
Amalgamfüllungen	743	903
davon sekundärkariös	96	126
Anteil in %	12,90 %	13,95 %
Kunststofffüllungen	97	84
davon sekundärkariös	19	19
Anteil in %	19,60 %	15,47 %
Randspalt	11	2
Anteil in %	11,30 %	0,06 %

*Tab. 12: Vergleich der Rekruten aus den alten und neuen Bundesländern nach DMF(T), DMF(S), Anzahl der Füllungen und Sekundärkaries*

In dieser Tabelle wurden die Ergebnisse von 333 Rekruten ausgewertet, die in der im April 1996, Juli 1996, September 1996, November 1996 und Januar 1997 einberufen wurden. Die 228 Rekruten aus der Untersuchung vom Januar 1996 wurden nicht nach Ost und West differenziert.

Durchschnittlich waren bei den Rekruten aus den alten Bundesländern 3,8 Amalgam- und 0,5 Kunststofffüllungen vorhanden. Bei den Rekruten aus den neuen



Bundesländern ergab sich ein Durchschnittswert von 7,2 bei den Amalgamfüllungen und 0,7 bei den Kunststofffüllungen.

Für die Rekruten aus den alten Bundesländern ergab sich ein Anteil von 12,9 % erneuerungsbedürftiger Amalgamfüllungen und bei den Kunststofffüllungen ein Anteil von 30,9 %. Demgegenüber war bei den Rekruten aus den neuen Bundesländern die Notwendigkeit zur Erneuerung der Amalgamfüllungen in Höhe von 13,95 % und bei den Kunststofffüllungen in Höhe von 15,53 % gegeben.

Die Erneuerungsbedürftigkeit der Amalgamfüllungen war für die Rekruten der alten (mit 12,9 %) und neuen (mit 13,95 %) Bundesländer ungefähr gleich. Bei den Kunststofffüllungen war der Anteil der zu erneuernden Füllungen mit 30,9 % aus den alten Bundesländern etwa doppelt so hoch wie mit 15,47 % aus den neuen Bundesländern. Der Anteil der Kunststofffüllungen lag mit 11,5 % in den alten Bundesländern höher als in den neuen Bundesländern mit 8,5 %.

## **4.2. Ergebnisse der Qualitätsuntersuchung**

### *4.2.1. Auswertung der Probandenangaben*

Die Probanden hatten folgende Schulabschlüsse erreicht (Tabelle 13):

Abitur	25
erweiterter Realschulabschluß	5
Realschulabschluß	171
Hauptschulabschluß	16

*Tab. 13: Verteilung der Schulabschlüsse der Patienten*

Da bei der Ermittlung des Wohnortes von Untersucher 2 festgestellt wurde, daß weniger als 5 % ihren Wohnsitz in den alten Bundesländern hatten, erfolgte hier keine weitere Differenzierung.

Untersucher 1 ermittelte bei 60 % der Probanden den Wohnsitz in den alten Bundesländern und bei 40 % in den neuen Bundesländern.

#### *4.2.2. Ergebnisse der klinischen Untersuchung*

Es gelangten 236 Amalgamfüllungen und 69 Kunststofffüllungen zur Auswertung. Die Zusammenstellung nach Füllungsart und Größe der Füllung erfolgte in Tabelle 14:

Größe der Füllung	Amalgamfüllung	Kunststofffüllung
einflächig	55	17
zweiflächig	91	26
dreiflächig	63	20
vierflächig	25	6
fünfflächig	2	0

*Tab. 14: Zuordnung nach Anzahl und Größe der Füllungen*

#### *Mundhygienestatus*

Um Auswirkungen der verschiedenen Füllungsmaterialien auf die Zähne und die umgebenden Gewebestrukturen festzustellen, wurden der API und der modifizierte SBI ermittelt. Für alle Füllungen, die zur Auswertung gelangten, ergab sich ein durchschnittlicher SBI von 46,6 % und ein durchschnittlicher API von 43,75 %.

Betrachtet man die in unserer Untersuchung zur Auswertung gelangten mehrflächigen Amalgam- und Kunststofffüllungen getrennt voneinander, zeigen sich folgende Ergebnisse (Tabelle 15):

	Amalgamfüllungen	Kunststofffüllungen
SBI	42,5 %	64,28 %
API	37,5 %	64,28 %

*Tab. 15: Vergleich von API und SBI an ausgetauschten Amalgam- und Kunststofffüllungen*

Es zeigt sich, daß die Werte für den SBI und den API bei Kunststofffüllungen deutlich höher liegen als bei den Amalgamfüllungen. Es lag jedoch keine Signifikanz nach dem Mann-Whitney-Test vor ( $p = 0,072$  für API;  $p = 0,083$  für SBI).

Bei der Ermittlung von API und modifiziertem SBI an allen im Seitenzahnbereich vorhandenen Füllungen ergab sich für den SBI ein Wert in Höhe von 47,05 % und für den API in Höhe von 40,75 %.

Auch hier wurde anschließend wieder nach mehrflächigen Amalgam- und Kunststofffüllungen unterschieden (Tabelle 16):

	Amalgamfüllungen	Kunststofffüllungen
SBI	42,2 %	65,71 %
API	40,0 %	45,71 %

*Tab. 16: Vergleich von API und SBI an allen vorhandenen Amalgam- und Kunststofffüllungen*

Es ergaben sich auch hier wieder höhere Werte bei den mehrflächigen Kunststofffüllungen in Bezug auf API und modifiziertem SBI als bei den mehrflächigen Amalgamfüllungen.

#### *4.2.3. Befunde an Füllungen*

In diesem Abschnitt wurden die zum Austausch gelangten Füllungen zusammengestellt.

Die Gründe, die zum Austausch der Füllung führten, zeigt Abbildung 1:

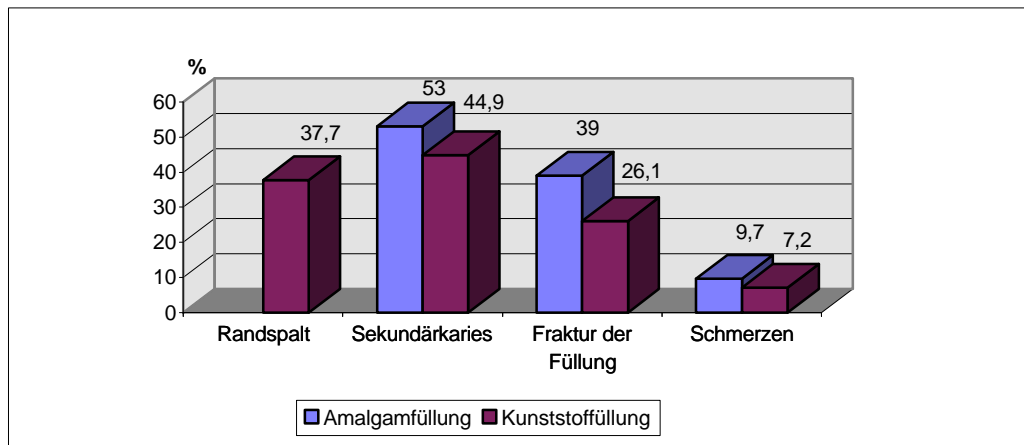


Abb. 1: Gründe für die Füllungsentfernung

Zum Austausch der Kunststofffüllungen kam es überwiegend durch Randspalt (n = 26; 37,7 %) und Sekundärkaries (n = 31; 44,9 %) und weniger durch Frakturen (n = 18; 26,1 %) oder Schmerzen (n = 5; 7,2 %). Der Grund der Entfernung von kariesfreien Kunststofffüllungen ergab sich aus dem Randspalt. Bei den Amalgamfüllungen liegt die Ursache der Erneuerung überwiegend bei der Sekundärkaries (n = 125; 53 %), gefolgt von den Frakturen (n = 92; 39 %) und Schmerzen (n = 23; 9,7 %).

Die Aussagen zum Randschluß wurden in Tabelle 17 zusammengestellt:

	Amalgamfüllungen		Kunststofffüllungen	
	absolut	Anteil %	absolut	Anteil %
kein Randspalt sichtbar	16	6,8	3	4,3
Sonde hakt im Randspalt	97	41,4	34	49,3
Dentin bzw. UF sichtbar bzw. Verfärbung bei KUF	41	17,4	16	23,2
Randkaries sichtbar, Füllung locker oder fehlt	81	34,3	16	23,2

Tab. 17: Aussagen zum Randschluß

Die Aussagen zur Lokalisation der Karies wurden in Abbildung 2 zusammengestellt:

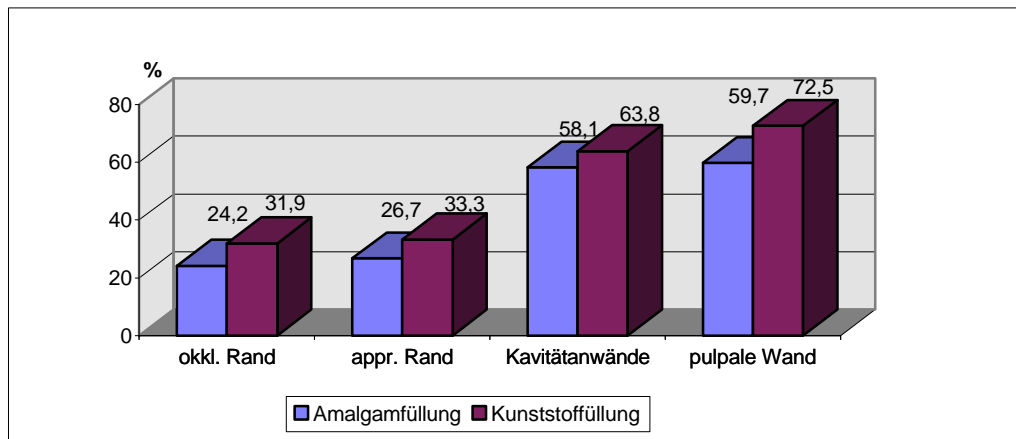


Abb. 2: Lokalisation der Karies

Mehrfachnennungen zur Lokalisation der Karies sind möglich.

Die Kunststofffüllungen wiesen im Bereich aller Lokalisationen einen höheren Anteil an Karies auf.

Kariesfreiheit wurde bei 4 (5,8 %) zu erneuernden Kunststofffüllungen und bei 54 (22,88 %) zu erneuernden Amalgamfüllungen festgestellt.

Bei den Amalgamfüllungen lag die Ursache der Entfernung hauptsächlich in der Fraktur. In 6 Fällen wurde die Füllung wegen Schmerzen entfernt.

Während unserer Studie stellten wir fest, daß von den 69 zu erneuernden Kunststofffüllungen 5 aufgrund einer vorhandenen Schmerzsymptomatik (7,2 %) entfernt werden mußten. Für die auszutauschenden Amalgamfüllungen, die aus dem gleichen Grund entfernt werden mußten, ergab sich mit 23 von 213 zu erneuernden Füllungen (9,7 %) ein ähnlich großer Wert, wobei der Unterschied nicht statistisch signifikant war (Fisher`s exact Test 2-seitig  $p = 0,459$ ). Es kann aber festgestellt werden, daß nicht immer allein der Schmerz der Grund zur Füllungsentfernung war. Bei den 5 Kunststofffüllungen ergab sich einmal die Kombination mit einer Fraktur und zweimal die Kombination mit einem Randspalt. Von den 23 Amalgamfüllungen mußten 3 in Verbindung mit festgestellter Sekundärkaries und 3 in Kombination mit einer Fraktur erneuert werden.

Die Auswertung des Zustandes der Pulpa hinsichtlich der Vitalität zeigte keine Unterschiede und wurde in Tabelle 18 erfaßt:

	Amalgamfüllungen		Kunststofffüllungen	
	absolut	Anteil %	absolut	Anteil %
vital	227	96,2	67	97,1
avital	6	2,5	2	2,9
vorhandene WF	3	1,3	-	-

*Tab.18: Aussagen zum Zustand der Pulpa nach Füllungsart*

### Therapie

	Amalgamfüllungen		Kunststofffüllungen	
	absolut	Anteil %	absolut	Anteil %
Füllung	170	72,0	45	62,2
indirekte Überkappung	64	27,1	21	30,4
direkte Überkappung	6	2,5	3	4,3
Vitalexstirpation	24	10,2	7	10,1
Extraktion	-	-	-	-

*Tab. 19: Therapie der untersuchten Zähne*

In 72 % der ausgetauschten Amalgamfüllungen und in 62,2 % der zu erneuernden Kunststofffüllungen konnte die Behandlung ohne weitere Maßnahmen der Pulpabehandlung abgeschlossen werden. Der Anteil der indirekten Überkappung lag mit 27,1 % für Amalgam- und 30,4 % für Kunststofffüllungen etwa gleich. Auch der Anteil der direkten Überkappung war mit 2,5 % für Amalgam und 4,3 % für Kunststoff etwa gleich. Vitalexstirpationen waren für beide Füllungsarten in gleichem Maße erforderlich. Der Unterschied lag in der Größe der Füllungen. Bei den Kunststofffüllungen war die Vitalexstirpation bei einer (14,3 %) einflächigen, zweimal (28,6 %) bei einer zweiflächigen und viermal (57,1 %) bei einer dreiflächigen Füllung

erforderlich. Im Fall der Amalgamfüllungen war die Vitalexstirpation einmal (4,2 %) bei einer einflächigen, siebenmal (29,2 %) bei den zweiflächigen, zwölfmal (50 %) bei den dreiflächigen und viermal (16,7 %) bei den vierflächigen Füllungen erforderlich. Nach Fisher's exact Test ergab sich jedoch keine Signifikanz (2-seitig  $p = 1,000$ ; 1-seitig  $p = 0,599$ ) (Abbildung 3).

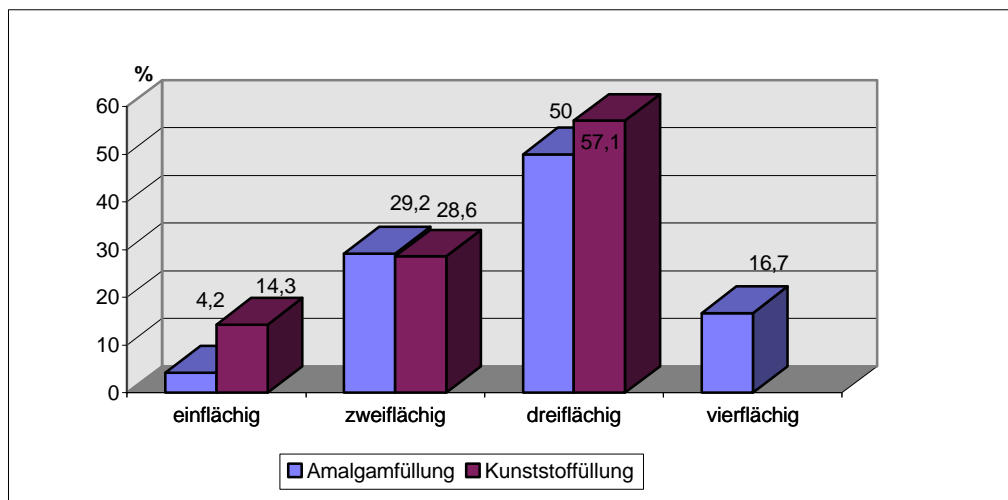


Abb. 3: Vitalexstirpation in Abhängigkeit von der Füllungsgröße

#### 4.2.4. Auswertung des Fragebogens

Die meisten Patienten gaben das Alter der Füllung mit mehr als 2 Jahren an (Tabelle 20, Abbildung 4). Die Erinnerung an den Zeitpunkt, wann die Füllung wirklich gelegt wurde, war sehr schwer von den Patienten einzuschätzen, auch wenn die Behandlung erst kurze Zeit zurücklag. 27,4 % der Kunststofffüllungen mußten nach Angaben der Patienten innerhalb kürzester Zeit (in weniger als 2 Jahren) ausgetauscht werden. Diese Zahl, in Abbildung 4 dargestellt, setzt sich zusammen aus 3 Füllungen (4,3 %) im Alter bis zu einem halben Jahr, 1 Füllung (1,4 %) bis ein Jahr alt und 15 Füllungen (21,7 %) bis zwei Jahre alt. Es besteht ein signifikanter Unterschied nach dem Mann-Whitney-Test ( $p = 0,000$ ) zwischen Amalgamfüllungen und Kunststofffüllungen, die innerhalb bis zu zwei Jahren ausgetauscht werden mußten.

Alter	Amalgamfüllungen		Kunststofffüllungen	
	absolut	Anteil %	absolut	Anteil %
ein halbes Jahr	4	1,7	3	4,3
1 Jahr	6	2,6	1	1,4
2 Jahre	12	5,1	15	21,7
älter als 2 Jahre	212	90,6	50	72,5

Tab. 20: Alter der untersuchten Füllungen

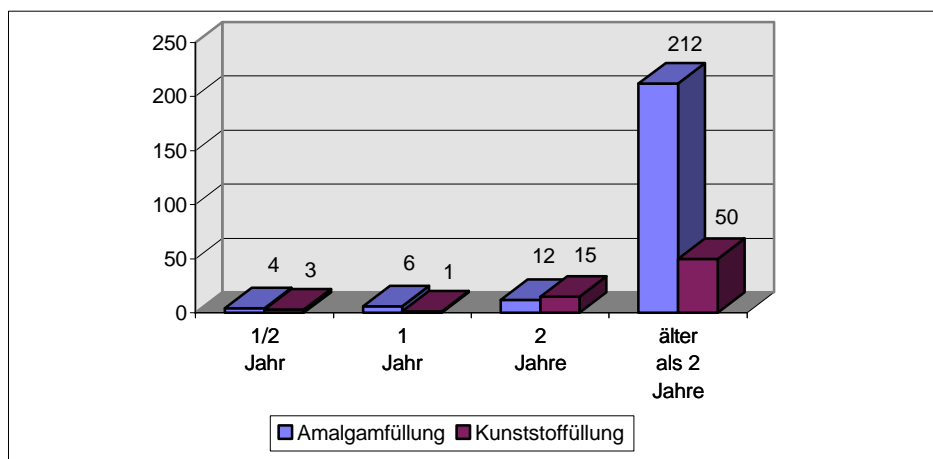


Abb. 4: Alter der Füllungen laut Angaben der Probanden

#### Anwendung von Kofferdam

Die Frage, ob Kofferdam beim Legen der Kunststofffüllung angewendet wurde, ist ausschließlich mit Nein beantwortet worden.

Da viele Patienten den Begriff Kofferdam nicht zuordnen konnten, wurde der Rahmen mit Kofferdamgummi gezeigt. Daraufhin wurde die Frage immer mit einem klaren Nein beantwortet.

#### Beschwerden nach Applikation der Füllung



Der Anteil, der mit Schmerzen betroffenen Zähne nach dem Legen der jeweiligen Füllung liegt, wie in Tabelle 21 dargestellt, bei den Kunststofffüllungen deutlich höher als bei den Amalgamfüllungen. Der Unterschied ist signifikant (Fisher`s exact Test,  $p = 0,031$ ).

	Amalgamfüllungen		Kunststofffüllungen	
	absolut	Anteil %	absolut	Anteil %
keine Schmerzen	231	98,3	64	92,8
Schmerzen	4	1,7	5	7,2

*Tab. 21: Vergleich der Schmerzsymptomatik an Amalgam- oder Kunststofffüllungen*

Warum wurde eine Kunststofffüllung gelegt?

Der erste Teil der Frage wurde in Tabelle 22 zusammengestellt:

	Anzahl	Anteil %
eigener Wunsch	10	14,49
Empfehlung des Zahnarztes	49	71,01
Anraten von Verwandten oder Bekannten	3	4,35

*Tab.: 22 Gründe für den Wunsch nach Kunststofffüllung*

Mehrheitlich wurden die Kunststofffüllungen auf Empfehlung des Zahnarztes gelegt, oder die Füllung wurde gelegt ohne einen Hinweis auf das Material zu geben. Ein Zahnarzt lehnte es ab, Kunststofffüllungen im Seitenzahnbereich zu legen.

In einem Fall lehnten sowohl Zahnarzt als auch Patient Amalgamfüllungen ab. Ein Patient ließ sich von seinem Zahnarzt alle Amalgamfüllungen entfernen und gab an, sich seitdem gesünder zu fühlen. Er hatte seit 3 bis 4 Jahren keine Grippe mehr.

Bei einem Patienten hatte die Mutter ihrem Sohn verboten, sich Amalgamfüllungen legen zu lassen.

Ein Zusammenhang zwischen Schulbildung und Gründen für das Legen der Kunststoffüllungen konnte nicht ermittelt werden.

Aus welchen anderen Gründen wurde eine Kunststoffüllung gelegt?

Der zweite Teil der Frage wurde in Tabelle 23 zusammengestellt:

	Anzahl	Anteil %
Toxizität	7	10,15
Allergie	-	-

*Tab.: 23 Medizinische Begründung für Kunststoffüllung*

Ein Patient lehnte Amalgamfüllungen ab aus Angst, Gift in seinem Mund zu haben.  
Eine medizinische Begründung lag jedoch nicht vor.

## **5. Diskussion**

### **5.1. Methodenkritik**

Die Erfassung des Mundgesundheitszustandes in Querschnittsstudien weist eine große Bandbreite auf (Splieth et al., 1997; Micheelis und Bauch, 1993; Micheelis et al., 1991; Mausberg et al., 1985). Umfassende Ergebnisse lieferten die Studien des IDZ (Institut der Deutschen Zahnärzte) in den alten und neuen Bundesländern aus den Jahren 1989 und 1992. In diesen Studien wurden Befunde erhoben, die der Ermittlung der Verbreitung von Karies, Parodontopathien, Zahnfehlstellungen und Okklusionsstörungen sowie Zahnersatz, Dentalfluorose und Traumen dienten. Weiterhin spielten soziodemographische Variablen wie Alter Geschlecht, soziale Schicht, berufliche Stellung und Schulbildung und das Risiko- und Präventivverhalten der Probanden eine Rolle.

Wir entschieden uns in unserer Studie aufgrund der guten Erfäßbarkeit für eine Probandengruppe überwiegend männlichen Geschlechts im Alter zwischen 18 und 25 Jahren, da die einberufenen Rekruten in dieser Altersstufe liegen. Die Rekruten wurden aus dem norddeutschen Raum zur Bundeswehr eingezogen. Unsere Probandengruppe stellt einen Querschnitt der männlichen Bevölkerung aus Norddeutschland dar. Die Probanden in der Reihenuntersuchung wiesen einen durchschnittlichen DMF(T) von 8,75 und einen durchschnittlichen DMF(S) von 17,9 vor. Eine Studie von Splieth et al. (1997) erfaßte die Gruppe jugendlicher Erwachsener im Alter zwischen 20 und 30 Jahren in Leipzig, deren Kariesprävalenz (DMF(T) 11,3 und DMF(S) 23,4) leicht über der in unserer Studie ermittelten Werte

lag. Mausberg et al. (1985) untersuchten das Mundhygieneverhalten und den Gebißzustand von Bundeswehrosoldaten. Sie stellten mit einem durchschnittlichen DMF(S) von 36 deutlich höhere Werte als wir in unseren Untersuchungen fest. Diese Untersuchungen liegen jedoch schon über 10 Jahre zurück in denen bei jüngeren Bevölkerungsgruppen ein Absinken des DMF-Wertes beobachtet wurde.

Die IDZ-Studien wählten vier Altersgruppen: 8-9jährige, 13-14jährige, 35-44jährige und 45-54jährige (IDZ, 1991). Es ist keine vergleichbare Altersgruppe vorhanden. Würde man jedoch einen Schnitt durch die zweite und dritte Altersgruppe ziehen, ergäben sich Werte für den DMF(T) von 10,9 und den DMF(S) von 31,7. Diese Werte sind vergleichbar mit denen anderer Studien.

Bei der Betrachtung des DMF(T) unserer Probanden konnten wir einen Zusammenhang mit der Schulbildung feststellen. Probanden mit Abitur oder erweitertem Realschulabschluß hatten geringere DMF(T)-Werte als die mit Real- und Hauptschulabschluß. Dünniger und Pieper (1991) fanden einen signifikanten Unterschied zwischen allen Sozialschichten, wovon die Schulbildung ein Zuordnungskriterium darstellt, beim DMF(T)/dmf/t bei Kindern und Jugendlichen.

Als Kriterium des momentanen Mundhygienezustandes diente uns der API. Wir ermittelten einen durchschnittlichen API-Wert von 40,75 %. Daraus ergab sich eine durchschnittlich nicht ausreichende Mundhygiene unserer Probanden. In der Arbeit von Splieth et al. (1997) wurde die Mundhygiene in vier Gruppen eingeteilt. Es wird aber deutlich, daß auch diese Probanden überwiegend eine nicht ausreichende Mundhygiene betrieben. In der IDZ-Studie von 1989 (IDZ, 1991) wurde der Mundhygienezustand bei mehr als der Hälfte der Erwachsenen mit gut bewertet. Hierbei handelte es sich um Erwachsene ab dem 35. Lebensjahr. Hier wurde klinisch sichtbarer Belag mit Ja/Nein-Entscheidung aufgezeichnet. Ein Anfärben der Beläge, wie in den anderen Studien, hätte wahrscheinlich ein anderes Ergebnis hervorgebracht.

Bei der Entscheidung, wann eine Füllung zu entfernen war, zogen wir ein Bewertungsschema zu Hilfe, das von Pieper (1990) modifiziert wurde. Ein besonderes Augenmerk legten wir auf den Randspalt bei Kunststofffüllungen. Pieper unterteilte differenziert. Er bewertete den Randschluß, Form der Füllung, Oberfläche, Approximalkontakt und bei Kunststofffüllungen die Farbe. Die Anwendung dieser Kriterien auf Füllungen aus freien Praxen würde wahrscheinlich zu einer höheren Erneuerungsrate führen. Bei der Betrachtung der Oberfläche der meisten Amalgamfüllungen muß man z.B. annehmen, daß nie eine Politur stattgefunden hat. In vorliegender Untersuchung waren die Kriterien zur Füllungsentfernung bei den Kunststofffüllungen der Randspalt, Sekundärkaries, Fraktur der Füllung oder Schmerzen. Diese Kriterien erschienen uns für die Arbeit im täglichen Routinebetrieb als sehr praktikabel. Man muß aufgrund dieser Untersuchungskriterien wiederum feststellen, daß standardisierte Methoden für die Erstellung von Studien dem Untersuchungsziel angepaßt werden. Es werden immer nur Teilaspekte aus einer großen Anzahl von Parametern ausgewählt. Das ist bei der Vergleichbarkeit von Studien zu berücksichtigen.

Ein Unsicherheitsfaktor bei der Ermittlung von genauen Daten ist das Erinnerungsvermögen der Probanden. So konnten sich unsere Probanden oft nur schwer an den Zeitpunkt des Legens der Füllung erinnern. Auch die Angabe der Beschwerden nach der Applikation der Füllung war nicht immer als sicher einzuschätzen. Hingegen die Frage nach Anwendung von Kofferdam ist als eindeutig zu bewerten, da bei Unverständnis der Frage der Kofferdam gezeigt wurde.

## **5.2. Epidemiologie und Kosten**

In jedem Jahr werden in den USA mehr als 100 Millionen Amalgamfüllungen gelegt. Seit der Anwendung des Amalgams als Füllungsmaterial sind es somit Billionen von Amalgamfüllungen, die erfolgreich zur Restauration von defekten Zähnen verwendet

wurden (ADA-Report, 1990). In Deutschland wurden 1996 mehr als 50 Millionen Amalgamfüllungen gelegt (KZBV, 1997).

Bei Befunderhebungen in Mittelhessen ermittelten Freytag et al. (1988) den Versorgungsgrad mit unterschiedlichen Füllungsmaterialien. Mit 71,6 % ist das Amalgam im Seitenzahngebiet am häufigsten vertreten, gefolgt von Komposit und Zementfüllungen mit 25,9 % sowie Gußfüllungen mit 2,5 %. Aufgeschlüsselt auf die Zahntypen waren bei Molaren die Amalgamfüllungen zu 94,1 %, die Komposite und Zementfüllungen zu 3,4 % und die Gußfüllungen zu 2,5 % vertreten. Für die Prämolaren fanden sie einen Versorgungsgrad von 88,7 % mit Amalgamfüllungen, 7,2 % mit Komposit und Zementfüllungen und 4,1 % mit Gußfüllungen.

Aus unseren eigenen Reihenuntersuchungen ergab sich ein ähnlicher Versorgungsgrad im Seitenzahnbereich mit Amalgamfüllungen von 92,5 %, mit Kunststofffüllungen von 7,5 % und mit gegossenen Füllungen sogar nur 1,18 % bezogen auf die Anzahl der vorhandenen Füllungen im Seitenzahnbereich.

Ein Wandel in der Anwendung verschiedener Füllungsmaterialien für das Seitenzahngebiet verzeichneten van Meerbeek et al. (1991) in Belgien. Noch 1983 verwendeten 59 % der befragten Zahnärzte ausschließlich Amalgam und 40 % häufig. Bereits 5 Jahre später verwendeten nur noch 20 % der Zahnärzte ausschließlich Amalgam und 73 % häufig. Der Anteil der Zahnärzte, die Kompositrestaurationen in Verbindung mit der Säure-Ätz-Technik einsetzten, erhöhte sich von 18 % auf 69 %.

Die Marktanteile der einzelnen Materialgruppen (Amalgam, Komposite, Glasionomerezemente) haben sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten stark verändert. So lag nach Kullmann (1996) im Jahr 1993 der Anteil der Komposite bei 48 %, der des Amalgams bei 30 % und der der Glasionomere bei 22 %. Eine Marktanalyse ergab, daß der Anteil der Komposite in den Jahren von 1987 bis 1993 um 107 % gestiegen ist. Der Amalgamanteil hat sich im gleichen Zeitraum lediglich um 14 % gesteigert. Aufgrund dieser Zahlen muß man annehmen, daß die Steigerung

auf dem Gebiet der Komposite nicht durch vermehrte Anwendung im Frontzahnbereich erzielt wurde, sondern durch zunehmenden Einsatz im Seitenzahnbereich als Füllungsmaterial, aber auch als Versiegelungsmaterial.

Die Veränderung in der Anwendung der verschiedenen Materialien konnten wir aufgrund der uns vorliegenden Zahlen nicht bestätigen, da Kunststofffüllungen mit 7,5 % bei unseren Probanden nicht so häufig vorkamen wie in oben genannter Studie.

Auch Pohl (1992) kam in seiner Studie zu der Erkenntnis, daß Kunststofffüllungen als Alternative zu Amalgamfüllungen nur in geringem Aufkommen zu verzeichnen waren. Aus der KZBV Statistik (1997) ging hervor, daß im Jahr der Einführung (1996) der Bema-Positionen 13 e-g der Anteil der Kunststofffüllungen nur 0,2 % an der Gesamtzahl der Füllungen betrug. Das entsprach einem Punktevolumen für diese Positionen von weniger als 0,1%. Die Zahl der tatsächlich gelegten Kunststofffüllungen ist sicherlich größer. Zahnärzte, die Amalgamfüllungen ablehnen, rechnen nicht ausschließlich über diese neuen Bema-Positionen ab, für die es strenge Indikationsrichtlinien gibt. Als Folge könnte es zu einer Überprüfung durch die Kassen kommen.

Dreyer-Jorgeson (1977) ermittelten, daß etwa 75 % aller definitiven Füllungen aus Amalgam hergestellt wurden. Mit Amalgam werden kariöse Läsionen im Seitenzahnbereich der Klassen I, II und V versorgt.

Die Haltbarkeit der Amalgamfüllungen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Beetke et al. (1990) machten die Haltbarkeit zum einen von werkstoffkundlichen Parametern des Füllungsmaterials und zum anderen von der zahnärztlichen Sorgfalt abhängig. Mjör et al. (1990) fügten den beiden genannten Faktoren noch die Mundhygiene des Patienten hinzu.

Auch Pieper et al. (1988) vertraten die Ansicht, daß die Lebensdauer einer Füllung nicht nur von Material und Patienten abhängt, sondern auch von der Füllungstechnik und Verarbeitung beeinflußt wird.

Der Mundhygieniezustand unserer Probanden war verbesserungswürdig. Wir ermittelten einen durchschnittlichen API von 40,75 % und einen durchschnittlichen SBI von 47,05 %. Diese Werte unterschieden sich in Abhängigkeit vom Material. Der API und SBI an den untersuchten mehrflächigen Kunststofffüllungen betrug jeweils 64,28 % im Durchschnitt. Bei den untersuchten mehrflächigen Amalgamfüllungen fanden wir einen durchschnittlichen API von 37,5 % und SBI von 42,5 %. Eine statistische Signifikanz ergab sich jedoch nicht.

Die Gefahr der Plaqueakkumulation kann auch durch eine entsprechende Füllungspolitur im approximalen Bereich mit Finierstreifen vermindert werden (Hannig et al., 1989).

Staehe (1997) ermittelte ebenfalls eine höhere Plaqueanlagerung an Kunststofffüllungen als an Amalgamfüllungen. Eine mögliche Ursache dafür sah er in der schwierigen marginalen Adaptation der Kunststofffüllungen verbunden mit der nicht effizienten Plaquekontrolle des Patienten.

Weber und Netuschil (1992) sahen ebenfalls in der unterschiedlichen Materialbeschaffenheit verschiedener Werkstoffe die Ursache für die Plaqueanlagerung. Keramiken zeigten teilweise weniger Plaqueanlagerungen als der natürliche Schmelz. Die Rauigkeit der Oberfläche nahm mit dem Alter der Füllung zu, insbesondere bei gefüllten Kunststoffen, was die Gefahr der Plaqueanlagerung erhöht.

Lenhard und Staehe (1994) fanden im Randbereich der Kunststofffüllungen einen höheren Anteil an Mutansstreptokokken als an Amalgamfüllungen. Das würde die höhere Sekundärkariesrate bei den Kunststofffüllungen erklären.

Die Lebensdauer von Füllungen wird durch verschiedenartige Studien, wie Longitudinal-, Querschnittsstudien, die prospektiv oder retrospektiv angelegt sein können, erfaßt. Die Vergleichbarkeit der Studien ist nicht einfach, da es an einheitlichen Kriterien mangelt und Variationen in der Entscheidung der einzelnen Behandler gibt (Mjör et al., 1990).



Die Lebensdauer von Füllungen kann auf verschiedene Weise erfaßt werden. So besteht die Möglichkeit, mittels Aufzeichnung der übriggebliebenen Restaurationen nach einer bestimmten Anzahl von Jahren oder durch Aufzeichnung des durchschnittlichen mittleren Alters. Eine andere Alternative besteht in der Ermittlung der 95 % -Überlebenszeit (Mjör, 1992).

Mjör et al. (1990) gaben die mittlere Lebensdauer von Amalgamfüllungen der Klasse I und II mit 7 bis 8 Jahren an. Für Kunststofffüllungen fanden sie eine mittlere Lebensdauer von 5 bis 6 Jahren, wobei es sich aber hauptsächlich um Klasse III- und V-Restaurationen handelte. Retrospektive Studien zeigten, daß einflächige Füllungen länger überleben als mehrflächige. Die defekten Amalgamfüllungen waren in der Regel älter als Kunststofffüllungen, obwohl sie mehrflächig und kaudruckbelastet waren, während es sich bei Komposit meistens um einflächige Füllungen handelte, was sich mit den Aussagen unseres Patientenfragebogens deckt.

Der Anteil der zu erneuernden Amalgamfüllungen war mit einem Alter von bis zu 2 Jahren mit 9,4 % deutlich geringer, als das der Fall bei den Kunststofffüllungen für den gleichen Zeitraum mit 27,4 % war.

Hendriks und Letzel (1988) untersuchten in zwei unabhängigen Studien die Überlebensrate und Mißerfolgsursachen bei Amalgam- und Kompositfüllungen. Sie ermittelten einen signifikanten Einfluß des Materials auf Klasse-I-Restaurationen bei den Amalgamfüllungen. Für Kompositfüllungen konnte ein solcher Einfluß nicht festgestellt werden. Die 5-Jahres-Überlebensrate betrug für Amalgamfüllungen 84 % und für Kompositfüllungen 89 %.

Kunststofffüllungen im Seitenzahnbereich wurden privat vereinbart. Der Bundesausschuß der Zahnärzte und die Krankenkassen haben zwar Kunststofffüllungen im Seitenzahngebiet in ihre Richtlinien aufgenommen, aber es war keine Leistungsbeschreibung und -bewertung erfolgt. Das ermöglichte die Erbringung der Leistung mit privater Vereinbarung (KZBV, 1996).

Die gesetzlichen Grundlagen für die Abrechnung der Kunststoffüllungen bei den Krankenkassen wurden erst 1996 geschaffen. Mit Wirkung vom 17.04.1996 hat der erweiterte Bewertungsausschuß für zahnärztliche Leistungen die Aufnahme der Positionen 13e, 13f und 13g für ein-, zwei- bzw. dreiflächige Kompositfüllungen in den Bema beschlossen.

Diese Positionen sind mit Beschränkungen belegt worden. Sie sollten nur Anwendung finden bei nachgewiesener Allergie gegen Amalgam bzw. gegen deren Bestandteile gemäß den Kriterien der Kontaktallergiegruppe der Deutschen Gesellschaft für Dermatologie oder bei Vorliegen einer schweren Niereninsuffizienz.

Aus epidemiologischen Abschätzungen heraus liegen diese Bedingungen jedoch nur in 1% aller Fälle vor. Trotzdem rechnen die Krankenkassen aufgrund dieses Beschlusses mit einer Mehrbelastung von 25 bis 30 Millionen DM pro Jahr (Friel, 1996).

Unsere Untersuchungen ergaben, daß die Kunststoffüllungen nicht aus den oben erwähnten Gründen wie dem Vorhandensein einer Allergie oder Niereninsuffizienz gelegt wurden. In den meisten Fällen wurde das Füllungsmaterial durch den Zahnarzt bestimmt (71,01 %), seltener war es der Wunsch des Patienten oder auf Anraten von Verwandten oder Bekannten (18,84 %). In 10,15 % der Fälle wurde Amalgam aus Toxizitätsgründen von unseren Probanden abgelehnt. Ein objektiver Befund lag jedoch nicht vor. Somit wäre in keinem Fall für die durch uns untersuchten Kunststoffüllungen eine Indikation als Kassenleistung gegeben.

Es muß auch angenommen werden, daß die Kunststoffüllungen nicht mit der erforderlichen Sorgfalt eingebracht wurden und weiterhin werden. In keinem Fall konnten unsere Probanden den Gebrauch von Kofferdam beim Legen der Füllung angeben. Damit ist schon ein wichtiges Kriterium, die absolute Trockenlegung, nicht gewährleistet. Keiner unserer Probanden berichtete von einer eventuellen Mehrkostenvereinbarung, die einen erhöhten Mehraufwand deutlich machen könnte. Wenn aber nicht genügend Sorgfalt aufgewendet wurde, dann kann auch kein gutes Ergebnis in Form einer haltbaren Restauration erwartet werden. Pohl (1992)

berichtete in seiner Studie, daß 2 % der von ihm untersuchten Kunststofffüllungen unter Kofferdam gelegt wurden.

Ein genereller Ersatz von Amalgam in Deutschland auf dem heutigen Stand der Technik würde zu jährlichen Mehrkosten von 14 Milliarden Mark führen (Krejci, 1993), was annähernd eine Verdopplung der Ausgaben für den Bereich ZMK bedeutet (KZV-Jahrbuch, 1997).

Als Grundlage für die Berechnung der Behandlungskosten wurde die Zeit, die für die Behandlung erforderlich war und die Kosten für das Material betrachtet (Mjör, 1992).

Christensen (1989) gab die Kosten für verschiedene Versorgungen der Zähne an und hat die Kosten für die Amalgamfüllung als Grundlage mit dem Faktor 1 belegt. Es ergab sich für eine direkte Versorgung mit Komposit der 2,5-fache Mehraufwand an Kosten gegenüber Amalgam. Bei den direkten Kompositinlays oder -onlays ermittelte man das 6-fache, bei indirekten Kompositinlays oder -onlays sogar das 8-fache. Goldfüllungen und Kronen erfordern den höchsten Kostenaufwand, nämlich das 8-fache zuzüglich der Kosten für die Legierung.

Hier wurden die Kosten berücksichtigt, die bei der einmaligen Insertion einer Versorgung entstanden. Mjör (1992) betrachtete die Kosten über einen längeren Zeitraum. Er nahm an, daß die meisten Restaurationen in das permanente Gebiß eingebracht wurden, wenn ein Individuum zwischen 10 und 20 Jahren alt ist. Die durchschnittliche Lebenserwartung eines Menschen wurde mit 75 Jahren angenommen. Daraus ergab sich eine 60-Jahres-Perspektive für die Kostenanalyse im permanenten Gebiß. Es kam hinzu, daß die restaurative Zahnheilkunde bei Erwachsenen eine Austauschtherapie darstellt, bei der die Kavitäten durch Sekundärkaries und das Bestreben des Behandlers, die Kavitätenränder „anzufrischen“ immer größer werden.

Auch für Pieper (1990) stand bei der Behandlung Erwachsener der Ersatz insuffizienter Füllungen im Vordergrund. Als Ursache des Funktionsverlustes bei

Amalgamfüllungen sah er zu 58 % die Sekundärkaries und zu 13 % die Füllungsfraktur.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch wir in unseren Untersuchungen. Die Erneuerungsrate durch Sekundärkaries lag in unserer Studie bei 53 %. Der Anteil an frakturierten Füllungen lag jedoch in unserer Studie mit 39 % deutlich höher. Pohl (1992) ermittelte mit 90 % Sekundärkaries bei Amalgamfüllungen einen sehr hohen Wert. Das könnte daran liegen, daß in seiner Studie nur jeweils die schlechteste Amalgamfüllung zur Auswertung gelangte.

Das folgende Diagramm zeigt Angaben verschiedener Autoren zum Austausch von Amalgamfüllungen durch Sekundärkaries und Frakturen.

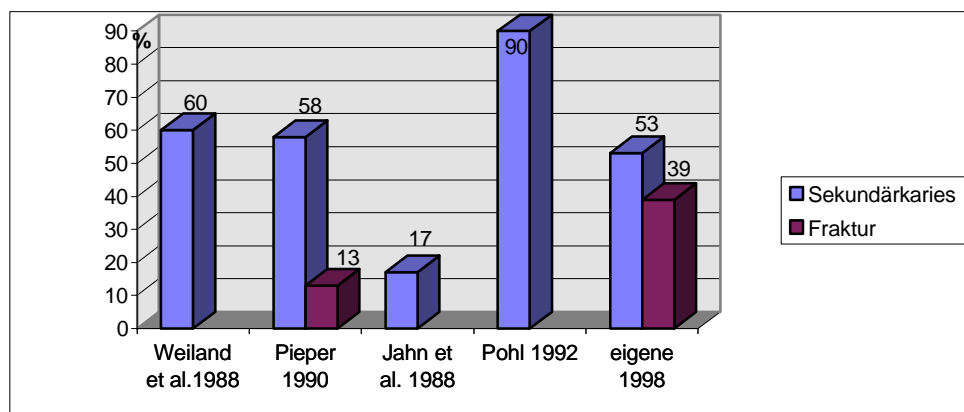


Abb. 5: Gründe für den Austausch von Amalgamfüllungen bei verschiedenen Autoren

Bei Kunststofffüllungen ermittelte Pieper zu 40 % die mangelnde anatomische Form, zu 20 % Sekundärkaries, zu 12 % Verfärbung, zu 7 % Randverfärbung und zu 21 % andere Gründe, die zum Funktionsverlust führten.

Die Erneuerungsgründe für Kunststofffüllungen wurden in unserer Studie mit 44,9 % durch Sekundärkaries angeführt, gefolgt durch Randspalten mit 37,7 % und Frakturen der Füllung mit 26,1 %.

Das folgende Diagramm zeigt Angaben verschiedener Autoren zur Sekundärkaries und Frakturen bei Kunststofffüllungen.

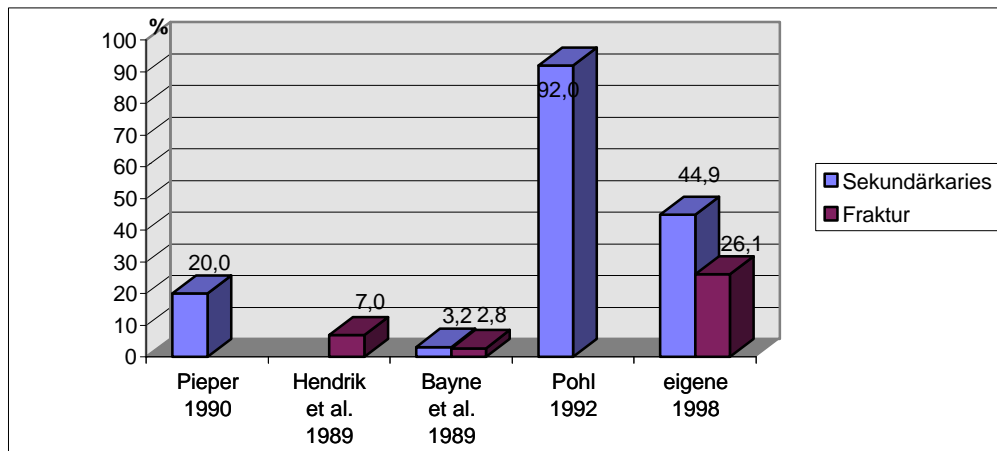


Abb. 6: Erneuerungsgründe für Kunststoffüllungen bei verschiedenen Autoren

Mjör (1992) fand auch einen Zusammenhang zwischen Füllungsgröße und Lebensdauer einer Füllung, was erheblichen Einfluß auf die Kostenanalyse über einen 60-Jahres-Zeitraum hat. Er gibt die Lebensdauer einer einflächigen Amalgamfüllung mit 10 Jahren an, die einer dreiflächigen mit 8 Jahren. Demgegenüber steht die einflächige Kompositfüllung mit einer mittleren Lebensdauer von 7 Jahren und die der dreiflächigen mit 4 Jahren. Ausnahmen sind die Goldstopffüllungen (einflächig) mit einer mittleren Lebensdauer von 22 Jahren und die Goldinlays (dreiflächig) mit 14 Jahren. Bei einem Wechsel von Amalgam zu Komposit wären die Kosten über einen 60-Jahres-Zeitraum gesehen 6 bis 7 mal höher. Im Vergleich der Kosten von Goldgußfüllungen und Kompositrestorationen ergäben sich ungefähr gleiche Kosten über den gleichen Zeitraum gesehen unter der Voraussetzung, daß der Goldpreis konstant bleibt. Geht man davon aus, daß eine initiale Restauration dreimal wiederholt wird und sich dann eine endodontische Behandlung und eine Gußrestauration anschließen, wären die Kosten 33% höher bei initialer Verwendung eines Komposits gegenüber Amalgam.

Wilson (1991) errechnete anhand einer Behandlungssequenz einflächige - zweiflächige - dreiflächige Füllung - zweimalige Wiederholung - Endodontie - Gußrestauration für einen Seitenzahn Kosten in Höhe von beinahe 1900 \$ bei initialer Verwendung von Amalgam und 2600 \$ bei initialer Verwendung eines Komposits.

Da die Aussagen über die Lebensdauer von verschiedenen Füllungen sehr unterschiedlich ausfallen, muß die Lebensdauer einer Restauration als schwächstes Glied in der Voraussage der Langzeitkosten der Füllungstherapie angesehen werden (Mjör, 1992).

Aus den angeführten Studien verschiedener Autoren ging hervor, daß die Kosten bei initialer Verwendung von Kunststoffen im Seitenzahnbereich deutlich höher lagen als das bei Amalgam der Fall gewesen wäre. Dies läßt sich auch aus der vorliegenden Untersuchung schließen. Mehr als 25 % der Kunststofffüllungen mußten innerhalb der ersten zwei Jahre ausgetauscht werden. Demgegenüber stehen nur 9,4 % der Amalgamfüllungen. Hinzu kommt noch, daß bei relativ kleinen Restaurationen (einflächige Füllungen 14,3%) unter Kunststofffüllungen soviel Hartsubstanz zerstört war, daß eine Vitalexstirpation notwendig wurde. Der sehr frühzeitige Beginn einer endodontischen Behandlung könnte wiederum einen frühzeitigen Zahnverlust nach sich ziehen und wahrscheinlich auch eine frühzeitige Versorgung mit Zahnersatz.

### **5.3. Materialspezifische Charakteristika beim Ersatz von defekten Amalgam- und Compositefüllungen im Seitenzahnbereich**

Die materialspezifischen Charakteristika der beiden untersuchten Füllungsarten wurden unter den Punkten 3 bis 10 des Fragebogens erfaßt.

Die Gründe, die zur Füllungsentfernung führten, wurden in unseren Untersuchungen in vier Gruppen eingeteilt. Bei der Einteilung war bereits ein erster qualitativer Unterschied erkennbar. Es handelte sich um den Randspalt, der zu Randverfärbungen, Bakterienpenetration, Pulpairritation und Retentionsverlust führen kann. Dieser war bei den Amalgamfüllungen keine Indikation zur Entfernung der Füllung. Ein defekter Rand allein ist noch kein Grund, eine Amalgamfüllung zu erneuern (Kidd und O'Hara, 1990). Durch Korrosionsprodukte kommt es zur Ausfüllung der Randspalten, also zu einer Art „Sekundärversiegelung“, und somit wird das Vordringen der Bakterien

verlangsamt (Lenhard und Staehle, 1994). Spreitzer et al. (1988) und Hamilton et al. (1983) fanden außerdem Unterschiede in der Randständigkeit in Abhängigkeit von der Art des Amalgams.

Krejci (1992) stellte fest, daß der experimentelle Nachweis des Zusammenhanges zwischen Randspalten und Sekundärkaries noch aussteht. Dagegen vertrat Viohl (1984 b) die Auffassung, daß bei Kompositfüllungen eine „Gefährdung durch tiefgreifende Randspalten“ besteht. Von den bei unseren Untersuchungen erfaßten Kunststofffüllungen wiesen 26 einen Randspalt auf (37,7 %).

Meier und Lutz (1980) fanden bei ihren Untersuchungen heraus, daß bei den von ihnen nach 6 und 12 Monaten untersuchten Kompositfüllungen an den okklusalen Füllungsändern sich Randspalten mit Defektfrakturen zeigten. Die Autoren stellten fest, daß der Verschleiß von Kompositfüllungen 100 % höher als von Amalgamfüllungen war. Eames (1974) jedoch behauptete, daß Kunststofffüllungen zu besserem Randverhalten neigen als Amalgamfüllungen.

Einen wesentlichen Schwerpunkt bei der Randspaltbildung stellt die Polymerisationsschrumpfung dar (Krämer und Petschelt, 1986; Luescher et al., 1977; Lampert, 1984; Krejci, 1992). Durch verschiedene Maßnahmen wurde versucht, die Schrumpfung so gering wie möglich zu halten. So läßt sich die Schrumpfung durch Veränderung der Füllstoffe verringern (Viohl 1984 b). Außerdem stellt die Inkrementtechnik eine behandlungstechnische Verbesserung dar (Klaiber und Haller, 1988; Krejci, 1992; Krämer und Petschelt, 1986; Vanherle, 1989; Leinfelder, 1991; Lampert, 1984; Kunzelmann et al., 1993; Council on dental materials, 1986). Die Inkrementtechnik ist aber zeitaufwendig und somit keine Routinemaßnahme. Die Dauer der Polymerisation wird pro Inkrement mit 20 s (Kunzelmann et al., 1993) oder 40 s (Krämer und Petschelt, 1996) angegeben. Bei mehreren Schichten deutet sich hier der Zeitaufwand an.

Bei der Wahl der Materialien ist den photopolymerisierenden Kompositen wegen schnellerer Polymerisation der Vorrang einzuräumen (Vanherle, 1989; Lampert, 1984; Klaiber und Haller, 1988; Kullmann, 1989). Die Längenänderung ist nach der Bestrahlung (20 s) weitgehend abgeschlossen (Vanherle, 1989; Kullmann 1989),

während bei selbsthärtenden Materialien die Schrumpfung über 5 Minuten dauert (Kullmann, 1989). Viohl (1984 b) stellte jedoch heraus, daß die Polymerisation bei photopolymerisierenden Kompositen mit feinem Füllstoff weniger vollständig abläuft als bei chemisch härtenden.

Um die Spannungen in den lighthärtenden Füllungsmaterialien die den Schrumpfungsprozeß beeinflussen herabzusetzen, hat die Firma ESPE ein Gerät entwickelt, mit dem eine Zweistufen-Aushärtung (Softstartpolymerisation) durchgeführt werden kann. Hierbei steigt die Lichtintensität über 15 s exponentiell auf  $800 \text{ m/cm}^2$ . In weiteren 25 s erfolgt die vollständige Durchhärtung (Kimmel, 1999).

Auch in der neueren Literatur (Soltész, 1998; Haller und Günther, 1998; Dietschi, 1997; Fritz 1996) wurde festgestellt, daß die Randspaltbildung ein bisher ungelöstes Problem darstellt. Durch die Polymerisationsschrumpfung kommt es zu einer Volumenschrumpfung zwischen 1,3 und 3,5 Vol % (Fritz, 1996) bzw. 2 bis 3 Vol % (Klaiber, 1998).

Die Randspaltbildung resultiert nicht nur aus der Polymerisationsschrumpfung, sondern stellt ein Zusammenwirken von mehreren Faktoren dar. So spielen auch die Haftung an der Kavitätenwand und die Kriechfähigkeit des Materials während des Polymerisationsvorganges eine wesentliche Rolle (Soltész, 1998).

Seit einiger Zeit stehen mittelvisköse, spritzbare Hybridkomposite zur Verfügung, die sehr gut an Boden und Wänden der Kavität anfließen (Klaiber, 1998).

Reinhard und Andres (1991) und Reinhard (1992) stellten fest, daß die Belastbarkeit von Klasse-I-Füllungen mit der Liegedauer stieg, begründet durch Gleitprozesse innerhalb des Materials und Quellung durch Wasseraufnahme. Dadurch sollen kaukraftbedingte Randspaltbildungen unwahrscheinlicher werden.

Die derzeit am meisten verwendeten Feinpartikelhybridkomposite liegen bezüglich des Verschleißverhaltens in derselben Größenordnung wie Schmelz (Roulet, 1995). Krejci (1993) stellte heraus, daß einige Feinpartikelhybridkomposite die als absolut verschleißfest geltende Keramik übertreffen. Einen weiteren Vorteil der Feinpartikelhybridkomposite sieht er in der guten marginalen Adaptation, da diese



dentinähnliche physikalische Eigenschaften aufweisen und so am optimalsten mit dem natürlichen Zahn harmonisieren.

Lampert (1984) bevorzugte lichthärtende Einphasensysteme, da diese nicht wie angemischte Materialien die Gefahr von Luft einschließen in sich bergen.

Zur Frage der Verschleißfestigkeit haben sich Änderungen durch Einführung verbesserter Materialien ergeben. Noch vor einigen Jahren wurde festgestellt, daß Amalgam verschleißfester ist (Eames, 1974; Klaiber und Haller, 1988; Lampert, 1984; Roulet und Wälti, 1980; Meier und Lutz, 1980). In der neueren Literatur wird jedoch von zunehmender Abrasionsfestigkeit der Kunststoffe berichtet (Krämer und Petschelt, 1996; Schaller et al. 1991). Lässig und Leidig (1980) bemerkten, daß Amalgam in den Materialeigenschaften kaum noch zu verbessern sei. Als Alternative sahen sie die Kunststoffe.

Wobei wiederum für die Kunststoffe eine Spaltbildung mit potentieller bakterieller Invasion als ein Nachteil angesehen werden muß. Die Spalten werden nicht nur initial bei der Polymerisation erzeugt, sondern auch nach längerer Liegedauer durch funktionelle Beanspruchung thermischer und mechanischer Art (Lenhard und Staehle, 1994; Staehle 1997).

Die klinische Erfahrung zeigte, daß die schlechteste Füllung in Bezug auf Randspalt das Goldinlay ist. Selbst bei korrektester Herstellung im direkten Verfahren verbleiben 20-40 µm mit löslichem Zement gefüllte Spalten. Bei Amalgam und Zementen liegen die Spaltbreiten zwischen 2 und 6 µm, dennoch ist kariesstatistisch das Goldinlay dem Amalgam überlegen. Es ist davon auszugehen, daß eine im Material begründete kariesprotektive Wirkung vorhanden ist (Harndt, 1980).

Bei der Erfassung der Sekundärkaries ergab sich, daß sie bei 53 % der Amalgamfüllungen vorhanden war, an den Kunststofffüllungen zu 44,9 %. Die Sekundärkaries war in der vorliegenden Studie die häufigste Ursache, die sowohl zum Austausch der Amalgam- als auch der Kunststofffüllungen geführt hat. Zu ähnlich hohen Werten beim Verlust der Amalgamfüllungen durch Sekundärkaries gelangten

Weiland et al. (1989) mit 60 %, Beetke et al. (1990) nach 5 Jahren und nach 10,7 Jahren 71,2 %, Pieper (1990) mit 58 %. Die Sekundärkariesrate könnte durch verschiedene Maßnahmen reduziert werden. So forderten Beetke et al. (1990) nach Gestaltung der Kavität, die Ränder unbedingt zu finieren, da nach Anwendung höchst- und hoctouriger Schleifkörper eine Auflockerung des Schmelzgefüges bis in eine Tiefe von 500 µm möglich ist. Hannig et al. (1989) fanden heraus, daß durch Füllungspolitur im approximalen Bereich die Plaqueakkumulation vermindert werden konnte, was die Möglichkeit der Entstehung von Sekundärkaries reduziert. Weiland et al. (1989) beobachteten ein Ansteigen der Präparationsfehler vom ersten Prämolaren bis zum zweiten Molaren. Das hängt scheinbar mit einer Erhöhung des Schwierigkeitsgrades beim Präparieren und der Vergrößerung der Kavitätenausdehnung zusammen. Als Präparationsfehler nach klassischen Präparationsregeln erwiesen sich eine unzureichende Approximalextension sowie nicht vollständig in die Präparation einbezogene Fissurenausläufer.

Auch Riethe (1980 a) sah in der richtigen Kavitätenpräparation Möglichkeiten zur Optimierung der Ergebnisse in der Füllungstherapie mit Amalgam.

Hendriks und Letzel (1988) ermittelten als Hauptursache des Verlustes sowohl für Amalgam- als auch für Kunststofffüllungen die Fraktur mit 11 % bzw. 7 %. Sie stellten für Amalgam eine Abhängigkeit vom Material fest, während dies für Komposite nicht zutrif. Nur in 0,2 % der Fälle bei Amalgam und 0,6 % der Fälle bei den Kompositen war die Sekundärkaries für den Verlust verantwortlich. Diese Studie untersuchte allerdings Füllungen, die in einer Zahnklinik gelegt wurden, so daß aufgrund des selektierten Probandengutes eine Übertragung auf die Situation der freien Praxis nicht möglich ist.

Da der Schwierigkeitsgrad aufsteigt, je weiter distal die Füllung zu legen ist, ergibt sich die Fragestellung, ob im Molarenbereich unter Routinebedingungen überhaupt eine Kunststofffüllung zu erbringen ist. Nur mit dem nötigen Zeitaufwand und erhöhter Sorgfalt, wie zum Beispiel das Anlegen von Kofferdam, scheint dies möglich. Im

Praxisalltag zu den Bedingungen der Bema-Sätze ist eine hochwertige, lege artis gelegte Kunststofffüllung mit Kassensätzen aber nicht wirtschaftlich zu erbringen.

In einer klinisch kontrollierten Studie ermittelten Jahn et al. (1988) nach 2 Jahren eine Sekundärkariesrate von 17,1 % bei Amalgamfüllungen. In einer anderen Studie ermittelten Jahn et al. (1989) nach 2 Jahren eine Sekundärkariesrate von 20,1 %. Auch diese Werte liegen deutlich unter denen unserer Studie. In diesen beiden genannten Studien wurden Füllungen von Klinikpatienten nachuntersucht, was die geringe Sekundärkariesrate erklären könnte.

Krejci (1993) bestimmt die Ursachen des Versagens mit 50 % durch Sekundärkaries und 40 % durch Frakturen, was mit unseren Untersuchungen übereinstimmte.

Leinfelder (1989) benannte Sekundärkaries und Verlust der anatomischen Form als Hauptursache des Austausches bei Kompositfüllungen. Pieper (1990) ermittelte als Hauptursache die mangelnde anatomische Form mit 40 % und mit 20 % die Sekundärkaries für den Austausch der Kompositfüllungen.

In unserer Studie war nur an 3 Kunststofffüllungen (4,3 %) Kariesfreiheit festzustellen. Diese Füllungen mußten wegen Randspaltbildung entfernt werden. Im Gegensatz dazu wurden in 45 Fällen (19 %) Amalgamfüllungen entfernt, unter denen keine Karies vorhanden war. Die Ursache der Entfernung lag hier zum überwiegenden Teil in der Fraktur der Füllung, gefolgt von Sekundärkaries (keine weitere Ausbreitung) und Schmerzen. Das könnte die Folge der Bildung von Korrosionsprodukten des Amalgams sein, wodurch ein Vordringen der Bakterien verlangsamt wird (Lenhard und Staehle, 1994).

Bei Kunststofffüllungen scheint es angebracht, bei Randspaltbildung die Füllung zu erneuern, da der Verdacht der Sekundärkaries nicht ausgeschlossen ist. Leinfelder (1989) beschrieb, daß Sekundärkaries bei Kunststofffüllungen schnell fortschreitet und in weniger als 6 Monaten die Pulpa erreicht.

Pohl (1992) stellte in seiner Studie heraus, daß ein perfekter Rand bei Kunststofffüllungen für die Sekundärkariesprophylaxe unerlässlich sei. Schon bei kleinen Rissen in der Füllung stellte er nach entfernen dieser Karies fest. Bei Karies

am Füllungsrand zeigte sich nach Entfernen der Füllung ein deutlich schlechteres Ergebnis.

Im Gegensatz zu den 26,1 % (KuF) bzw. 39,0 % (AgF) Frakturen in der vorliegenden Studie, ermittelten Hendriks und Letzel (1988) nur bei 7 % (KuF) und 11 % (AgF) Frakturen als Ursache des Füllungsaustausches. Eine mögliche Erklärung wäre, daß es sich hierbei um Füllungen handelte, die unter den Bedingungen der Klinik gelegt wurden.

Die Ursache von Frakturen bei Amalgamfüllungen war nach Krämer und Petschelt (1996) eine zu geringe Materialstärke. Mjör et al. (1990) stellten dagegen heraus, daß Frakturen des Amalgams meist nicht im 1. Jahr nach dem Legen der Füllung auftraten und Präparationsfehler damit nicht die primäre Ursache wären. Er sah die progressive Korrosion des Amalgams oder eine zu geringe Schichtstärke des verwendeten Materials als Frakturursache an. Geurtsen et al. (1989) machten die Präparation der Kavität für das Frakturverhalten verantwortlich. Sie schrieben eine Isthmusbreite von maximal  $\frac{1}{4}$  des bukolingualen Höckerspitzenabstandes vor. Hammer und Hotz (1979) sahen zu hoch modellierte Füllungen und Randwülste sowie mangelhafte Verarbeitung, z.B. falsche Triturationszeit, schlechte Kondensation und Kontamination mit Speichel als ursächlich für das Frakturverhalten an.

18 der in unseren Untersuchungen frakturierten und ausgetauschten Kunststofffüllungen waren 2 Jahre oder länger in situ. Nur in einem Fall wurde die Füllung bereits nach einem halben Jahr ausgetauscht. Bei den frakturierten Amalgamfüllungen wurden 86 (94,5 %) nach zwei oder mehr Jahren ausgetauscht. Aus der vorliegenden Studie geht hervor, daß die Frakturanfälligkeit nach einer Liegedauer von mehr als 2 Jahren nach Angaben der Probanden sprunghaft anstieg.

Pilz et al. (1994) stellten fest, daß die Ursachen für den Verlust von Füllungen durch Frakturen nicht nur in den Eigenschaften des Werkstoffes, sondern auch im Bereich

zahnärztlicher Tätigkeit in Bezug auf behandlungstechnische Versäumnisse (flache Kavität, mangelnde Trockenlegung) zu suchen sind.

Einen Einfluß auf die Vitalität der beiden Füllungsmaterialien konnten wir nicht nachweisen. Unsere Werte stimmen bei den Kunststoffüllungen (97,1 % vital) mit den Werten der Studie von Pohl (1992) (95 % ) annähernd überein.

In der vorliegenden Studie ist der Anteil der kleinflächigen Kunststoffüllungen mit durchzuführender Vitalexstirpationen größer als bei den entsprechenden Amalgamfüllungen, jedoch war aufgrund zu geringer Fallzahlen keine statistische Signifikanz nachweisbar. Es könnte auf verschiedene Ursachenkomplexe schließen lassen, obwohl die Auswirkungen der Komposite auf das Pulpa-Dentin-System noch nicht geklärt sind. Amalgam ist als reizfrei auf die Pulpa einzustufen (Lenhard und Staehle, 1994). Haas et al. (1992) gaben die Hypersensibilitätsrate bei adhäsiv befestigten Inlays mit 14 % an und sehen dafür verschiedene Gründe.

Eine Ursache für die Notwendigkeit der Vitalexstirpation bei kleinflächigen Kunststoffüllungen könnte das Vordringen von Bakterien über die Randspalten sein. Lenhard und Staehle (1994) sahen die Spaltbildung mit potentieller bakterieller Invasion als Nachteil der Kunststoffüllungen an. Zum gleichen Ergebnis kam Staehle (1997) in einer weiteren Untersuchung.

In der vorliegenden Studie wurden Fälle beobachtet, in denen es zu Beschwerden nach dem Legen der Füllung gekommen war. Pohl ( 1992) ermittelte in seiner Studie an nachuntersuchten Kunststoffüllungen in 11 % der Fälle Schmerzen nach dem Legen der Füllung. Wir ermittelten mit 7,2 % einen leicht niedrigeren Wert. Mögliche Erklärungen für die Beschwerden sind Inhaltsstoffe der Materialien (chemisch-toxische Wirkung) oder physikalische Einflüsse (mechanisch-thermische Wirkung) (Lenhard und Staehle, 1994; Staehle, 1997). Es werden aber auch die Polymerisationsschrumpfung (Council on Dental Materials, 1986; Haas et al., 1992) und die Volumenzunahme des Kunststoffes durch Wasseraufnahme (Haas et al.,

1992) genannt. Weiterhin könnte ein mikrobieller Effekt in Frage kommen (Lenhard und Staehle, 1994; Staehle 1997).

Alle diese genannten Ursachen als Einzelfaktoren oder im Ursachenkomplex haben eine besondere Relevanz in Hinsicht auf die marginale Adaptation der Kunststoffüllungen (Staehle, 1997).

Die Pulpaverträglichkeit der Komposite hängt mit der Schichtdicke des Dentins zusammen. Bei Schichtdicken unter 0,5 mm kommt es möglicherweise zu einer Diffusion von Bestandteilen aus Adhäsiven und Kompositen, die zu einer Irritation der Pulpa führen können. Bei einer dünnen Dentinschicht ist deshalb eine Unterfüllung anzuraten, während bei flachen Kavitäten das „Total bonding“ bevorzugt wird (Staehle, 1999).

Wie unsere Studie verdeutlichte, wurde Kofferdam zum Zeitpunkt der Füllungstherapie bei den Probanden in Deutschland kaum genutzt, da keiner unserer Probanden den Einsatz des Kofferdams beim Legen einer Kunststoffüllung angab. Zum korrekten Legen einer Kunststoffüllungen wird der Kofferdam von vielen Autoren als unerlässlich angesehen (Mayer, 1991; Roulet, 1995; Leinfelder, 1991; Vanherle et al., 1989; Council on dental materials, 1986). Hunkirchen (1968) zog sogar beim Legen von Amalgamüllungen die Anwendung von Kofferdam in Erwägung.

Da die in unserer Studie untersuchten Kunststoffüllungen ohne Kofferdam gelegt wurden, scheint es so, als ob der Druck der Wirtschaftlichkeit der Praxis und der Wunsch der Patienten eine übergeordnete Rolle spielen. Die Lebensdauer solcher Füllungen kann nur begrenzt sein. So ist es schwer, die wirklichen Chancen der Kunststoffe in der Füllungstherapie für die freie Praxis abzuschätzen. Ihre Verwendung als Routinewerkstoff würde wahrscheinlich aufgrund von Anwendungsfehlern höhere Kosten verursachen.

## **6. Schlußfolgerungen**

Aufgrund komplexer materialbedingter, biologischer, statistischer und ökonomischer Parameter muß die Frage, welcher Werkstoff künftig als Therapiemittel im Seitenzahnbereich zu verwenden ist, sehr differenziert entschieden werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigten, daß die Häufigkeit von Amalgamfüllungen im Seitenzahnbereich (91,42 %) bei unserer Probandengruppe bedeutend höher war als von Kunststofffüllungen (7,39 %) und Amalgam damit bisher bevorzugt wurde. Während bei den Amalgamfüllungen ein Austausch in 9,1 % der Fälle nötig war, war die Erneuerung der Kunststofffüllungen mit 22,1 % statistisch signifikant häufiger erforderlich.

Die Angaben der Probanden im Fragebogen legen nahe, daß die hohe Rate erneuerungsbedürftiger Kunststofffüllungen zu einem erheblichen Teil durch Nichteinhaltung der Verarbeitungsvorschriften bedingt ist. Da etwa ein Drittel der Kunststofffüllungen bereits innerhalb der ersten zwei Jahre ausgetauscht werden mußte wird deutlich, daß Maßnahmen zur Qualitätssicherung für das Legen von Kunststofffüllungen sinnvoll wären.

Weiterhin wurde festgestellt, daß es zum Austausch der Kunststofffüllungen überwiegend durch Randspalten (37,7 %) und Sekundärkaries (44,9 %) kam, die Ursachen für die Erneuerung der Amalgamfüllungen überwiegend im Bereich der Sekundärkaries (53 %) und Frakturen (39 %) lagen. Der Randständigkeit kommt gerade bei den Kunststofffüllungen eine außerordentliche Bedeutung zu, da sich Mikrospalten durch Randfrakturen und Polymerisationsschrumpfung einstellen. Die Randspalten begünstigen bekanntermaßen eine bakterielle Invasion mit der möglichen Folge der Pulpaschädigung.

Als ein Ergebnis der Untersuchung, auch mit möglichen Folgen für die Vitalität der Pulpa, stellte sich heraus, daß für alle unterschiedlichen Lokalisationen der Karies bei den Kunststofffüllungen ein höherer Anteil verzeichnet werden mußte, im Bereich der pulpalen Wand war dieser Unterschied sogar signifikant. Dies könnte auf die zu erwartende Randspaltbildung mit einer sehr progressiven Kariesentwicklung unter



dem Füllungsmaterial bzw. möglicher Sekundärkariesentwicklung mit bekannten Verlaufsformen zurückzuführen sein. Dem kann teilweise durch eine qualitativ hochwertige Arbeitsweise begegnet werden.

Wichtige Aspekte bei der Entscheidungsfindung neben der allgemeinen und speziellen Anamnese des Patienten, der speziellen zahnbezogenen Diagnose (z.B. Beschaffenheit der Zahnhartsubstanz) sind Faktoren wie der zeitliche Aufwand (bedingt durch die Säure-Ätz-Technik, Inkrementtechnik und das unbedingt erforderliche Anlegen von Kofferdam) und nicht zuletzt die zu erwartenden finanziellen Aufwendungen.

Ein entscheidendes Kriterium bei der Therapiewahl sollte außerdem die Mundhygiene des Patienten sein. Die ermittelten API und modifizierten SBI Werte an Kunststofffüllungen, insbesondere an mehrflächigen, waren deutlich höher als an vergleichbaren Amalgamfüllungen.

.

Der Wunsch der Probanden in unserer Studie nach Kunststofffüllungen war nicht sehr hoch (14,28 %). Die Anwendung von Kunststoffen zur Seitenzahnrestauration ging mehr (71,43 %) von den Behandlern aus.

Trotz der in den letzten Jahren sicherlich verbesserten Materialeigenschaften der Kunststoffe in Bezug auf Verschleißfestigkeit und sicherer Adaptation sollte sich jeder Behandler fragen, ob eine Kunststofffüllung indiziert ist, auch unter dem Aspekt der jeweiligen mundhygienischen Verhältnisse und der zu erwartenden Randspaltbildung mit einer sehr progressiven Kariesentwicklung unter dem Füllungsmaterial bzw. möglicher Sekundärkariesentwicklung mit bekanntem Verlauf. Eine weitere Verbesserung der Materialeigenschaften wäre von Vorteil. Die Polymerisationsschrumpfung konnte bis heute noch nicht ausgeschaltet werden. Hydrophile Eigenschaften würden die Verarbeitung der Kunststoffe wahrscheinlich erleichtern. Da die Plaqueanlagerung an Kunststofffüllungen (API in unserer Untersuchung an den ausgetauschten Füllungen 64,28 %) höher ist als an Amalgamfüllungen (37,5 %) wären auch bakterio-statische Eigenschaften von Vorteil.

Eine hochwertige Kunststofffüllung ist nicht zum Bema-Punktwert für eine Amalgamfüllung zu erbringen. Eine höhere Qualität der Kunststofffüllungen kann nur durch Einhaltung der Verarbeitungsvorschriften (Kofferdam, Säure-Ätz-Technik, Inkrementtechnik) der Materialien erreicht werden. Der erhöhte Aufwand müßte durch die Mehrkostenregelung von den Patienten honoriert werden. Ein Umdenken in der Bevölkerung wäre notwendig in der Hinsicht, daß nicht alle Leistungen von den Krankenkassen bezahlt werden. Wer über das Maß einer Grundversorgung hinaus Leistungen beziehen möchte, muß dafür auch aufkommen.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt bei der Qualitätssicherung sollte die Weiterbildung der Zahnärzte sein, um den richtigen Umgang mit den verschiedenen Materialien zu gewährleisten.

## **7. Zusammenfassung**

In der vorliegenden Studie wurden Amalgam- und Kunststofffüllungen im Seitenzahnbereich bei Patienten, die vorher in zivilen Praxen versorgt worden waren, untersucht.

Es sollte untersucht werden, ob es mögliche Unterschiede in der Häufigkeit, der Qualität und Hinweise auf die Haltbarkeit von Kunststoff- und Amalgamfüllungen im Seitenzahnbereich gibt.

Dazu wurde eine Reihenuntersuchung an 537 Rekruten der Bundeswehr in der Kaserne in Neustadt/am Rübenberge zwischen Januar 1996 und Januar 1997 durchgeführt. Dabei wurden 3080 Amalgamfüllungen, wovon 280 (9,1 %) erneuerungsbedürftig waren, und 249 Kunststofffüllungen (55 erneuerungsbedürftig, 22,1 %) im Seitenzahnbereich festgestellt.

Bei weiteren 217 Patienten in der obigen sowie einer weiteren Zahnarztgruppe der Bundeswehr und in der Praxis eines Behandlers wurden zwischen September 1994 und Dezember 1996 insgesamt 321 erneuerungsbedürftige Seitenzahnfüllungen ausgetauscht, wobei 236 Amalgamfüllungen und 69 Kunststofffüllungen zur Auswertung gelangten.

Dabei wurden anamnestisch gewonnene Informationen wie das Füllungsalter, eine eventuelle Kofferdamanwendung, postoperative Schmerzen, Gründe für das Legen der Kunststofffüllungen als auch klinische Befunde (DMF-T und DMF-S, modifizierter SBI und API, Gründe für die Füllungsentfernung, Randschluß bzw. Qualität des Randspaltes, Zustand unter der Füllung, Zustand der Pulpa und die Therapie) berücksichtigt.

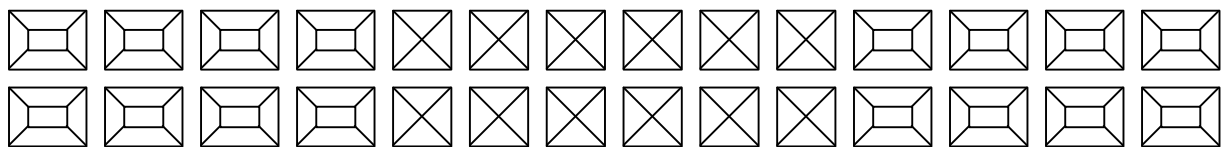
Die Ergebnisse der Studie zeigten in Bezug auf die Notwendigkeit der Erneuerung schon nach kurzer Zeit (innerhalb von 2 Jahren) bei 27,4 % der Kunststofffüllungen nach Angaben der Probanden im Gegensatz zu Amalgamfüllungen (9,4 %) einen signifikanten Unterschied. Auch bei der Lokalisation der Karies im Bereich der

pulpalen Wand (Amalgamfüllungen 59,7 %; Kunststofffüllungen 72,5 %) und dem Auftreten von Schmerzen nach dem Legen der Füllung (Amalgamfüllungen 1,7 %; Kunststofffüllungen 7,2 %) traten eindeutige Nachteile für die Kunststofffüllung auf.

Es stellte sich heraus, daß die Hauptgründe für das Austauschen der Kunststofffüllungen im Bereich der Randspalten (37,7 %) und Sekundärkaries (44,9 %) lagen, bei den Amalgamfüllungen im Bereich der Sekundärkaries (53 %) und Frakturen (39 %). Das Vorhandensein von Karies bei Kunststofffüllungen bestätigt die Indikationsstellung, diese bei diagnostiziertem Randspalt wegen der möglichen Kariesentwicklung auszutauschen.

Das Legen von Kofferdam als wichtige Voraussetzung für eine lege artis gelegte Kunststofffüllung wurde nach Angaben unserer Probanden in keinem Fall berücksichtigt.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt erscheint es unter den Bedingungen einer kassenzahnärztlichen Praxis nicht gerechtfertigt, Kunststofffüllungen routinemäßig im Seitenzahnggebiet zu erbringen.



## 8. Literaturverzeichnis

ADA-Report (1990)

When your patients ask about mercury in amalgam

J Am Dent Ass 120: 395-398

Bayne SC, Taylor DF, Roberson TM, Wilder AD, Sturdevant JR, Heymann HO,  
Lisk MW (1989)

Long term clinical failures in posterior composites

J Dent Res 68(special issue): 185

Beetke, E, Gatzner M, Ritter G (1990)

Zum Stellenwert von Amalgamfüllung und Inlay bei der Therapie von  
Hartsubstanzdefekten im Seitenzahnbereich

Dtsch Stomatol 40: 454-457

Bergmann P, Noack M J, Roulet J-F (1990)

Der Einfluß der Kavitätenform auf das Randverhalten von Klasse-I-  
Kompositfüllungen

Dtsch Zahnärztl Z 45: 663-666

Brehler R, Panzer B, Forck G, Bertram H P (1993)

Quecksilbersensibilisierung bei Amalgamfüllungen

Dtsch Med Wschr 118: 451-456

Breustedt A (1993)

Amalgame

Breustedt A, Lenz E in: Stomatologische Werkstoffkunde

Johann Ambrosius Barth, Leipzig: 211-216

Cascorbi I C, Knorr U, Schiele R, Petschelt A (1994)

Ergebnisse aus dem Erlanger Untersuchungszentrum Amalgam

Dtsch Zahnärztl Z 49: 936-939

Christensen G J (1989)

Alternatives for the restorations of posterior teeth

Int Dent J 39: 155-161

Council on Dental Materials, Instruments and Equipment (1986)

Posterior composite resins

J Am Dent Ass 112: 707-709

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (1995)

Information über zahnärztliche Füllungsmaterialien

Med Dent Magazin 6: 7-8

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (1990)

Zur Toxizität des Amalgams

Dtsch Zahnärztl Z 45: 308

Dietschi D (1997)

Aktuelle Konzepte für adhäsive Restaurationen im

Seitenzahnbereich

Quintessenz 48: 477-496

DIN 13904 (1992)

DIN 1390 „Legierungen zum Herstellen von Amalgam“

in: Amalgam- Pro und Contra; IDZ, Band 1

Deutscher Ärzte-Verlag, Köln: 293

Drasch G, Schupp I, Riedl G, Günther G (1992)

Einfluß von Amalgamfüllungen auf die Quecksilberkonzentration in  
menschlichen Organen

Dtsch Zahnärztl Z 47: 490-496

Dreyer-Joergensen K (1977)

Amalgame in der Zahnheilkunde

Carl Hanser Verlag, München

Dünniger P, Pieper K (1991)

Ergebnisse zur Prävalenz von Karies und Dentalfluorose

- in: Mundgesundheitszustand und -verhalten in der Bundesrepublik  
Deutschland; hrsg. v. Micheelis W und Bauch J  
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln: 205-260
- Eames W B, Strain J D, Weitman R T, Williams A K (1974)  
Clinical comparison of composite, amalgam and  
silicate restorations  
J Am Dent Ass 89: 1111-1117
- Einwag J, Dünninger P, Keß K, Naujoks R, Reich E (1991)  
Verfahren der Befunderhebung und Befundaufzeichnung  
in: Mundgesundheitszustand und -verhalten in der Bundesrepublik  
Deutschland; IDZ, Band 11.1; hrsg. v. Micheelis M, Bauch J  
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln: 61-78
- Freytag F, Wetzel W-E, Pabst W (1988)  
Gebißerkrankung und Gebißsanierung bei Patienten in Zahnarztpraxen  
Dtsch Zahnärztl Z 43:1196-1202
- Friel H (1996)  
Kunststoff-Füllungen  
Ein Spruch der Vernunft  
Zahnärztl Mitt 86: 1158-1159
- Fritz U (1996)  
Kompositfüllungen im Seitenzahnbereich  
Quintessenz 47: 1477-1491
- Gemeinsame Erklärung der KZVen und der KZBV (1996)  
Die KZBV informiert zur Füllungsproblematik  
Zahnärztl Mitt 86: 1598-1599
- Geurtsen W (1993)  
Kompromisse und deren Grenzen in der Kariologie  
in: Deutscher Zahnärztekalendar  
Carl Hanser Verlag, München: 17-31

Geurtsen W (1996)

Substances released from non-amalgam dental filling materials  
in: Dental filling materials: hazard to patient and to environment?  
3<sup>rd</sup> CED/NOF Joint Meeting, September 12-15 1996,  
Berlin-Germany: 6

Geurtsen W, Orth M, Gartner A (1989)

Die Frakturfestigkeit menschlicher Oberkiefermolaren mit einer  
MOD-Amalgam- oder Kompositfüllung  
Dtsch Zahnärztl Z 44: 108-109

Götze W (1980)

Die Reizwirkung plastischer Füllungsmaterialien auf die Pulpa  
Dtsch Zahnärztl Z 35: 486-488

Haas M, Arnetzl G, Wegscheider K, König K, Bratschko R O (1992)

Klinische und werkstoffkundliche Erfahrungen mit Komposit-,  
Keramik- und Goldinlays  
Dtsch Zahnärztl Z 47: 18-22

Haller B, Günther J (1998)

Randqualität von Klasse-II-Kompomerfüllungen  
Dtsch Zahnärztl Z 53: 330-336

Hamilton J C, Moffa J P, Ellison J A, Jenkins W A (1983)

Marginal fracture not a predictor of longevity for two dental  
amalgam alloys: A ten-year study  
J Prosth Dent 50: 200-202

Hammer B, Hotz P (1979)

Nachkontrolle von 1- bis 5jährigen Amalgam-, Komposit- und  
Goldgußfüllungen  
Schweiz Monatsschr Zahnheilkunde 89: 301-314

Hannig M, Lauffs H-J, Albers H-K (1989)

Optimierung des Randschlusses von Amalgamrestorationen im  
zerviko-approximalen Bereich



Dtsch Zahnärztl Z 44: 548-551

Harndt R (1980)

Kavitätenpräparation für Komposit

Dtsch Zahnärztl Z 35: 479-481

Hellwig E, Stachniss V, Duschner H, Klinck J, Herzogenrath B (1990)

Quecksilberabgabe aus Silberamalgamfüllungen in vitro

Dtsch Zahnärztl Z 45: 17-19

Hendriks F H J, Letzel H (1988)

The durability of amalgam versus composite restorations

J Dent Res 67: 689, abstr. 54

Herrmann D (1985)

Allergie und Zahnheilkunde aus zahnärztlicher Sicht

Dtsch Zahnärztl Z 40: 358-363

Hetzer G (1989)

Zur Standzeit der Amalgamfüllungen im jugendlichen permanenten  
Gebiß

Stomatol DDR 39: 164-167

Hickel R (1995)

Die Indikationsstellung für nichtmetallische Amalgamalternativen  
in: Nichtmetallische Amalgam-Alternativen

Apollonia Verlag, Linnich: 11-20

Hickel R, Klaiber B (1992)

Alternativen zum Amalgam

Dtsch Zahnärztl Z 47: 144-148

Hickel R, Meier C, Schiele R, Raab W, Petschelt A (1991)

Nebenwirkungen von Amalgam ?- Eine interdisziplinäre Studie

Dtsch Zahnärztl Z 46: 542-544

Hotz P (1990)

„Amalgamangst“ - wie sag ich`s meinem Patienten?

Schweiz Monatsschr Zahnmed 100: 496-497

Hotz P (1980)

Kompositfüllungen und Sekundärkaries

Dtsch Zahnärztl Z 35: 482

Hunkirchen M (1968)

Die Veränderungen des Randschlusses von Amalgamfüllungen in  
Abhängigkeit von ihrer Liegedauer

Med Diss, Bonn

Jahn K-R, Glatthöfer, Lierow H-J, Zuhrt R (1988)

Zum sekundärkariesprotektiven Effekt der Amalgamfüllung

Stomatol DDR 38: 764-767

Jahn K-R, Hansche C, Zuhrt, R (1989)

Klinisch kontrolliertes Experiment zur Sekundärkarieshäufigkeit  
um Amalgam- bzw. Gußfüllungen

Stomatol DDR 39: 225-229

Kessel R, Bencze K, Hamm M, Sonnabend E (1980)

Untersuchungen über die Quecksilber- Konzentration in der Raumluft,  
im Blut und im Urin bei zahnärztlicher Tätigkeit in Klinik und freier  
Praxis

Dtsch Zahnärztl Z 35: 457-461

Kidd E A M, O'Hara J W (1990)

The caries status of occlusal amalgam restorations with marginal  
defects

J Dent Res 69(6): 1275-1277

Kimmel K (1999)

Die Lichtpolymerisation

Zahnärztl Mitt 89: 2052-2054

Klaiber B (1998)

Minimal invasive Kariestherapie mit Komposit im  
Seitenzahnbereich  
Zahnärztl Mitt 88: 1242-1249

Klaiber B, Haller B (1988)

Innovation bei ästhetischen Restaurationen im Seitenzahnbereich mit  
Komposit  
Dtsch Zahnärztl Z 43: 893-899

Klaschka F, Galandi M E (1985)

Allergie und Zahnheilkunde aus dermatologischer Sicht  
Dtsch Zahnärztl Z 40: 364-371

Klaschka F, Matzick R (1992)

Allergologische Probleme bei mit Amalgamfüllungen versorgten  
Patienten  
in: Amalgam-Pro und Contra; IDZ, Band 1  
Deutscher Ärzte-Verlag Köln: 47-55

Klemann D, Weinhold J, Strubelt O, Pentz R, Jungblut J R, Klink F (1990)

Der Einfluß von Amalgamfüllungen auf die Quecksilberkonzentration  
in Fruchtwasser und Muttermilch  
Dtsch Zahnärztl Z 45: 142-145

Körber K, Ludwig K (1993)

Zahnärztliche Werkstoffe und Technologie  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Krämer N, Petschelt A (1996)

Plastisch verarbeitbare Komposit-Restaurationen  
Niedersächs Zahnärztebl 3: 256-258

Krejci I (1993)

Standortbestimmung in der konservierenden Zahnmedizin  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 103: 614-619

Krejci I (1992)

Zahnfarbene Restaurationen  
Qualität, Potential und Indikationen  
Carl Hanser Verlag, München

Kropp R (1980)

Verbesserung der Amalgamfüllungen durch Einführung von Non-  
Gamma-2-Amalgamen  
Dtsch Zahnärztl Z35: 473

Kühner M (1995)

Amalgam und Füllungsalternativen  
Med dent Magazin 6: 6-9

Kullmann W (1996)

Adhäsivsysteme unter werkstoffkundlichen, klinischen sowie  
rechtlichen Aspekten  
Niedersächs Zahnärztebl 3: 250-255

Kullmann W (1989)

Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der  
Polymerisationskontraktion von selbst- und lichthärtenden Kompositen  
Dtsch Zahnärztl Z 44: 711-713

Kunzelmann K-H, Krause F, Hickel R (1993)

Dentinhaftung von Kompositfüllungen und Keramikinlays in  
Klasse-II-Kavitäten  
Dtsch Zahnärztl Z 48: 724-727

KZBV (1996)

Füllungsproblematik: Kunststoff kann weiter privat vereinbart werden  
Zahnärztl Mitt 86: 304

KZBV (1997)

KZBV Jahrbuch 1997

Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, Köln: 29

Lampert F (1984)

Die Komposit-Seitenzahnfüllung aus klinischer Sicht

Dtsch Zahnärztl Z 39: 349-353

Lange D E ( 1986)

Parodontologie in der täglichen Praxis

Quintessenz-Verlag, Berlin 3. Auflage: 100-103

Lässig H E, Leidig A (1980)

Untersuchungen von drei verschiedenen Füllungsmaterialien auf ihre Haftung und Oberflächengüte mit Hilfe von Hommel-Tester und REM-Aufnahmen

Dtsch Zahnärztl Z 35: 498-501

Lehmann F, Leyhausen G, Spahl W, Geurtsen W (1993)

Vergleichende Zellkultur-Untersuchungen von Kompositbestandteilen auf Zytotoxizität

Dtsch Zahnärztl Z 48: 651-653

Leinfelder K F (1989)

Criteria for clinical Evaluation of Composite Resin Restorations

Anusavice K J in: Quality Evaluation of Dental Restorations - Criteria for Placement and Replacment

Quintessenz Publishing Co., Chicago: 139-149

Lenhard M, Staehle HJ (1994)

Zur Frage potentieller Risiken systemischer und lokaler Nebenwirkungen

Zahnärztl Mitt 84: 846-855

Lösche G M, Neuerburg C M, Roulet J-F(1993)

Die adhäsive Versorgung konservativer Klasse-II-Kavitäten

Dtsch Zahnärztl Z 48: 26-30

Luescher B, Lutz F, Ochsenbein H, Mühlemann H R (1977)

Mircoleakage and adaption in conventional and adhesive

- Class II restorations  
J Prosthet Dent 37: 300-309
- Lussi A (1987)  
Toxikologie der Amalgame  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 97: 1271- 1279
- Lussi A, Hotz P, Schoenberg V (1992)  
Die Quecksilber-und Kupfer-Abgabe in vivo gealterter  
Amalgamfüllungen  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 102: 411-415
- Lutz F, Cochran M A, Mörmann W (1984)  
Adhäsive Restaurationen - Flop oder Hit?  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 94: 1124-1134
- Marxkors R, Meiners H, Vos D (1985)  
Zur galvanischen Korrosion von Amalgamen  
Dtsch Zahnärztl Z 40: 1137-1140
- Mausberg R, Pieper K, Stickel J, Hornecker E (1985)  
Mundhygieneverhalten und Gebißzustand von  
Bundeswehr-Soldaten vor Beginn eines Prophylaxe-Programmes  
Dtsch Zahnärztl Z 40: 1209-1213
- Mayer R (1991)  
Ästhetisch- adhäsive Füllungstherapie im Seitenzahngebiet - eine  
Illusion?  
Dtsch Zahnärztl Z 46: 468-470
- Mayer R, Dobler J, Gehlen S, Grandl M (1994)  
Zur Ermittlung der Quecksilberfreisetzung aus Amalgamfüllungen mit  
Hilfe des sogenannten Kaugummitests  
Quintessenz 45: 1143-1152
- van Meerbeek B, Vanherle G, Lesaffre E, Braem M, Lambrechts P (1991)  
Trends in the Selektion of dental filling materials  
J Dent 19: 207-213

Meier C, Lutz F (1980)

Vergleichende Verschleißfestigkeitsmessungen in vivo zwischen  
Amalgam und Komposit  
Dtsch Zahnärztl Z 35: 489-492

Meyer G, Tewes M, Wiesner A, Nägerl H (1989)

Einflußgrößen auf das Korrosionsverhalten von Amalgamen  
Dtsch Zahnärztl Z 44: 544-547

Mjör I A (1992)

Problems and benefits associated with materials:  
side-effects and long-term cost  
Adv Dent Res 6: 7-16

Mjör I A, Jofstad A, Qvist V (1990)

Longevity of posterior restorations  
Int Dent J 40: 11-17

Motsch A (1993)

Die Kompositfüllung im Seitenzahnbereich- ein Amalgamersatz  
in: Funktionslehre  
Schriftenreihe Akademie Praxis und Wissenschaft  
Carl Hanser Verlag, München: 97-115

Müller-Fahlbusch H, Wöhning Th (1983)

Psychosomatische Untersuchung der mit Amalgamfüllungen in  
Verbindung gebrachten Beschwerden  
Dtsch Zahnärztl Z 38: 665-669

Nolden R (1980)

Vergleichende Untersuchungen mechanischer Eigenschaften der  
derzeitigen selbsthärtenden und lighthärtenden Füllungskunststoffe  
Dtsch Zahnärztl Z 35: 506-510

Ohnesorge F K (1992)

Zur Frage der Toxikologie von Quecksilber aus Amalgamfüllungen

in: Amalgam-Pro und Contra; IDZ Band1  
Deutscher Ärzte-Verlag Köln: 22-26

Ott K H R, Kröncke A, Schaller K-H, Valentin H, Weltle D (1986)

Untersuchungen zum zeitlichen Verlauf der Quecksilberfreisetzung  
aus Amalgamfüllungen nach dem Kauen  
Dtsch Zahnärztl Z 41: 968-972

Pieper K (1986)

Grundsätze epidemiologischer Studien  
Stellungnahmen der DGZMK: 4/86

Pieper K (1990)

Qualitätssicherung in der Füllungstherapie  
in: Qualitätssicherung in der Zahnmedizin  
Carl Hanser Verlag, München: 63-80

Pieper K, Mausberg R, Curdt R, Uhde V (1989)

Klinische Qualitätsbeurteilung von Amalgam- und Kunststoff-  
Füllungen nach unterschiedlicher Liegedauer  
Dtsch Zahnärztl Z 44: 707-710

Pieper K, Meyer G, Marienhagen B, Motsch A (1991)

Eine Langzeitstudie an Amalgam- und Kunststoff-Füllungen  
Dtsch Zahnärztl Z 46: 222-225

Pieper K, Motsch A, Sennhenn S, Färbom L (1988)

Klinische Qualitätsbeurteilung von Amalgam-, Kunststoff- und  
Gußfüllungen - Ergebnisse einer Pilotstudie  
Dtsch Zahnärztl Z 43: 874-879



Pilz M E W, Hetzer G, Viergutz G (1994)

Vergleichende klinische Bewertung von Klasse-I-Füllungen  
mit Glasionomerzement, Seitenzahnkomposit und Amalgam-  
Ergebnisse einer 6-Jahres-Studie  
Quintessenz 45: 21-34

Pohl F (1992)

Klinische Qualitätsbeurteilung von Kunststofffüllungen  
im Seitenzahnbereich  
Med Diss Göttingen

Pulsmeyer R, Ott K H R (1990)

Quecksilberkonzentration beim Legen von Amalgamfüllungen  
Dtsch Zahnärztl Z 45: 233-236

Reich E (1991)

Ergebnisse zur Prävalenz von Parodontopathien  
in: Mundgesundheitszustand- und verhalten in der Bundesrepublik  
Deutschland,; IDZ, Band11.1; hrsg. v. Micheelis M und Bauch J  
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln: 261-295

Reich E, Einwag J, Micheelis M (1993)

Das Kalibrierungskonzept einschließlich der Reliabilitätsprüfung  
in: Mundgesundheitszustand- und verhalten in Ostdeutschland;  
IDZ, Band11.3; hrsg. v. Micheelis M und Bauch J  
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln: 59-78

Reinhardt, KJ (1989)

Belastbarkeit und Randständigkeit von Kompositfüllungen  
Dtsch Zahnärztl Z 44: 669-672

Reinhardt KJ (1992)

Der Einfluß des Bonders auf die Randständigkeit und Belastbarkeit  
von Komposit-Füllungen  
Dtsch Zahnärztl Z 47: 176-178

Reinhardt KJ, Andres Th (1991)

Zum Einfluß der Liegedauer auf die Randständigkeit von  
Kompositfüllungen im Schwellastversuch  
Dtsch Zahnärztl Z 46: 800-802

Riethe P (1980 a)

Die Indikation zur Amalgamanwendung und die Bedeutung der  
Kavitätenpräparation  
Dtsch Zahnärztl Z 35: 462-468

Riethe P (1980 b)

Geschichtliche Entwicklung der Amalgame  
Dtsch Zahnärztl Z 35: 443-449

Riethe P (1992)

Gutachten „Zur Frage der Nebenwirkungen bei der Versorgung  
kariöser Zähne mit Amalgam“  
in: Amalgam-Pro und Contra; IDZ Band 1  
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln: 209-275

Roulet J-F (1995)

Zahnfarbene Restaurationen als Amalgam-Alternativen  
Niedersächs Zahnärztebl 30: 236-243

Roulet J-F, Mettler P, Friedrich U (1980 a)

Ein klinischer Vergleich dreier Komposits mit Amalgam für Klasse-II-  
Füllungen unter besonderer Berücksichtigung der Abrasion. Resultate  
nach 2 Jahren  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 90: 18-29

Roulet J-F, Mettler R, Friedrich U (1980 b)

Studie über die Abrasion von Komposits im Seitenzahnbereich.  
Resultate nach 3 Jahren

Dtsch Zahnärztl Z 35: 493-497

Roulet J-F, Wälti Chr (1980)

Studie über die Mundbeständigkeit von Kompositen im  
Seitenzahnbereich

Dtsch Zahnärztl Z 35: 516

Ryge G (1980)

Clinical criteria

Int Dent J 30: 347-354

Schaller H G, Götze W, Siedler M (1991)

Prüfung der Scherfestigkeit reparierter Kompositprüfkörper

Dtsch Stomatol 41: 149-152

Schaller H-G, Klaiber B, Trunk Th (1988)

Untersuchungen zur Randschlußqualität von Amalgamfüllungen

Dtsch Zahnärztl Z 43: 854-859

Schmalz G (1996)

Biocompatibility of non-amalgam filling materials

in: Dental filling materials: hazard to patient and to environment?

3<sup>rd</sup> DEC/NOF Joint Meeting, September 12-15 1996, Berlin

Schiele R (1991)

Die Amalgamfüllung - Verträglichkeit

Dtsch Zahnärztl Z 46: 515-518

Seichter U, Herforth A (1980)

Vergleichende rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen über  
die Randspaltbreite verschiedener Composites und über die  
diesbezügliche Wiedergabegenauigkeit unterschiedlicher Replicas

Dtsch Zahnärztl Z 35: 511-515

Setz J, Greis-Gerstorfer J, Lin W (1991)

Zum Einfluß anorganischer Füller auf die Eigenschaften  
lichtpolymerisierter Komposite

Dtsch Zahnärztl Z 46: 657-660

Soltesz U (1998)

Polymerisationsschrumpfung einiger neuerer Komposit-  
Füllungswerkstoffe  
Zahnärztl Mitt 88: 1404-1406

Splieth Ch, Preißler K, Kramer A. (1997)

Einfluß von Verhalten und zahnmedizinischer Betreuung  
auf die Mundgesundheit junger Erwachsener in Leipzig  
Stomatologie 94: 189-195

Spreitzer J, Stender E, Geurtsen W (1988)

Die approximale Randständigkeit von MOD-Amalgamfüllungen nach  
intermittierender Druckbelastung  
Dtsch Zahnärztl Z 43: 958-962

Staehe H J (1997)

Eine Risikoabschätzung bei Kunststoff-Materialien  
Zahnärztl Mitt 87: 364-374

Staehe, H J (1999)

Pulpaschutz unter Kompositrestaurationen  
Stellungnahme der DGZMK/DGZ  
Zahnärztl Nachrichten Niedersachsen 8: 24-25

Vanherle G, Lamprechts R, Braem M (1989)

Erfahrungen mit Komposit-Füllungsmaterialien im Seitenzahnggebiet  
Dtsch Zahnärztl Z 44: 664-668

Viohl J (1984)

Komposite im Seitenzahnbereich aus werkstoffkundlicher Sicht  
Dtsch Zahnärztl Z 39: 342-348

Weber H, Netuschil L (1992)

Biokompatibilität und Plaquewachstum bei unterschiedlichen  
Restaurationsmaterialien

Dtsch Zahnärztl Z: 278-281

Wegner H (1985 a)

Bleibende Füllungsmaterialien

in: Konservierende Stomatologie, 2. Auflage; hrsg. v. Breustedt A  
und Lenz E

Johann Ambrosius Barth, Leipzig: 119-120

Wegner H (1985 b)

Kariesstatistische Fachausdrücke

in: Konservierende Stomatologie, 2. Auflage; hrsg. v. Breustedt A  
und Lenz E

Johann Ambrosius Barth, Leipzig: 75

Weiland M, Nossek H, Schulz P (1988)

Zur klinischen Bewertung der Amalgamfüllungstherapie  
der Kavitätenklassen I und II

Stomatol DDR 38: 801-805

Weiland M, Nossek H, Schulz P (1989)

Zur klinischen Bewertung der Amalgamfüllungstherapie der  
Kavitätenklassen I und II

Stomatol DDR 39: 41-46

Westermann W, Kerschbaum Th, Hain H (1990)

Verweildauer von ausgedehnten Amalgamfüllungen

Dtsch Zahnärztl Z 45: 743-747

Wiemann A, Strietzel R, Viohl J (1994)

Korrosion von Amalgamen in Abhängigkeit von der Zeit und dem  
Stopfdruck

Dtsch Zahnärztl Z 49: 367-369

Willershausen-Zönnchen B, Dermann K, Sonnabend E (1991)

In-vitro-Untersuchungen zur Korrosion zweier Amalgame in direktem  
Kontakt zu verschiedenen Gußlegierungen  
Dtsch Zahnärztl Z 46: 290-292

Wilhelm M, Dünninger P, Rüppel R, Tong H P, Wilms K, Klaiber B (1991)

Einfluß von Amalgam auf Zellen des Immunsystems  
Dtsch Zahnärztl Z 46: 544-547

Wilson B (1991)

Dental fees: national and regional suvey  
Dent Managment 31: 20-26

Wirz J, Dubrovka J, Schmidli F (1990)

Quecksilberbelastung durch Amalgamfüllungen  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 100: 1292-1298

Wöstmann B, Lütke-Notarp E (1991)

Wie randständig ist eine „durchschnittliche“ Amalgamfüllung?  
Dtsch Zahnärztl Z 46: 28-32

## **9. Anhang**

Anamnese und Untersuchungsbogen

Name:

Vorname:

Geburtsdatum:

Schulabschluß:

Wohnort:

lfd. Nr.:

1.) Klinischer Befund

	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
27													
37	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36

2.) Mundhygienestatus

buccal:	SBI	API
18 17 16 15 14 13 12 11 21 22 23 24		25 26 27 28
palatinal:	API	SBI
lingual:	SBI	API
48 47 46 45 44 43 42 41 31 32 33 34		35 36 37 38
buccal:	API	SBI

3.) Gründe, die zur Füllungsentfernung führten

	AGF	KUF	
a)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Randspalt
b)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sekundärkaries
c)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fraktur der Füllung
d)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Schmerzen

4.) Randschluß bzw. Aussage zur Qualität des Randspaltes, falls vorhanden

	AGF	KUF	
a)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mit Lupe kein Randspalt, Sonde hakt kaum, kariesfrei
b)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Randspalt im Schmelzbereich sichtbar, Sonde hakt Dentin und Unterfüllung liegen nicht sichtbar frei
c)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Randspalt, Dentin und Unterfüllung liegen frei 2. Bei KUF deutliche Verfärbung
d)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sichtbare Randkaries, Füllung ist locker, frakturiert fehlt partiell oder total, Zahnschubstanz ist frakturiert

5.) Zustand unter der Füllung

- |    | AGF                      | KUF                      |   |
|----|--------------------------|--------------------------|---|
|    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | kariesfrei                                      |
|    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | kariös - wenn ja, wo ist die Karies lokalisiert |
| a) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | okklusaler Rand der Füllung                     |
| b) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | approximaler Rand der Füllung                   |
| c) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Kavitätenwände                                  |
| d) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | pulpale Wand                                    |

6.) Zustand der Pulpa

- |    | AGF                      | KUF                      |                          |
|----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | vital                    |
| b) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | avital                   |
| c) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | vorhandene Wurzelfüllung |

7.) Therapie

- |    | AGF                      | KUF                      |                                 |
|----|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| a) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Füllung, ggf. anderer Werkstoff |
| b) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | indirekte Überkappung           |
| c) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | direkte Überkappung             |
| d) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Vitalexstirpation               |

8.) Alter der entfernten Füllung

- |    | AGF                      | KUF                      |                   |
|----|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| a) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | ein halbes Jahr   |
| b) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1 Jahr            |
| c) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 Jahre           |
| d) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | älter als 2 Jahre |

9.) Wurde die Füllung unter Kofferdam gelegt?

- ja                       nein

10.) Traten an dem behandelten Zahn in der Folgezeit Beschwerden auf?

- a) nein                        
b) ja, welche                       Schmerzen                       Aufbißempfindlichkeit                       Hypersensibilität

11.) Warum wurde eine Kunststofffüllung gelegt?



A) Ästhetische Gründe

- a) eigener Wunsch ( )
- b) Empfehlung des Zahnarztes ( )
- c) auf Anraten von Verwandten  
und Bekannten ( )

B) Medizinische Indikation

- a) Amalgam abgelehnt aus Toxizitätsgründen ( )
- b) Allergie - wenn ja, erfolgte ein Test durch:
  - Dermatologe ( )
  - Heilpraktiker ( )