

T. Retzlaff¹, P. Gängler²

Funktionszeit von initialen Amalgamfüllungen nach zehn und mehr Jahren

Functional period of initial amalgam fillings after ten and more years



Dr. Tabea Retzlaff

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

Diese Langzeitstudie aus der Praxis dokumentiert für Amalgamfüllungen eine Funktionszeit von 13 Jahren. Es wurden Überlebensraten von mehr als 25 Jahren bei 16,7 % der Erstversorgungen erreicht.

This long-term study from private practice documents a high average survival rate of 13 years for amalgam fillings. 16,7 % of fillings have survived for 25 years.

Einleitung: Ziel dieser Untersuchung war die Darstellung der Haltbarkeit von initialen Amalgamfüllungen, d.h. der Erstversorgung von Kariesläsionen mit Amalgam ohne andere vorherige Füllungstherapie, im Seitenzahnbereich in einer allgemeinen Zahnarztpraxis im Rahmen eines Versorgungsforschungsprojektes. Im klinischen Teil dieser Studie erfolgte die Qualitätsbeurteilung dieser initialen Amalgamrestaurationen.

Methode: Es handelte sich um eine retrospektive Querschnittsstudie auf Grundlage der medizinischen Dokumentation mit Einbeziehung der klinischen Kontrolldaten anlässlich routinemäßiger Wiedervorstellungen der Patienten. Die Daten der Dokumentation gingen bis ins Jahr 1982 zurück. Es wurden 120 Patientenakten per Handsuche nach initialen Amalgamfüllungen, mit einer Liegedauer von 10 Jahren oder länger, durchgesehen. Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Life-Table-Verfahren nach Kaplan und Meier für die Darstellung der Funktionszeiten. Im Rahmen der klinischen Kontrolle von 120 Patienten mit den 10 oder mehr Jahre alten initialen Amalgamfüllungen wurden die Restaurationen bewertet, zum Teil fotografiert und die klinische Akzeptanz beurteilt mit dem modifizierten CPM-Index.

Ergebnisse: Es wurden 901 initiale Amalgamfüllungen an den Seitenzähnen dokumentiert. Amalgamrestaurationen an Prämolaren und Molaren hatten mit 13 Jahren die gleiche Funktionszeit. Nach 5 Jahren waren noch 86,5 % der gesamten initialen Füllungen vorhanden. Nach 10 Jahren überlebten 63,3 % und sogar nach 20 Jahren waren 25,1 % der dokumentierten Restaurationen in situ. Die Füllungsqualität der

Introduction: The goal of this study was to present the durability of initial amalgam fillings, i.e. the first care of caries lesions with amalgam without other prior filling therapy, in the side tooth area in a general dental practice as part of a care research project. The quality evaluation of these initial amalgam restorations occurred in the clinical part of this study.

Methods: This involved a retrospective crosssection study on the basis of medical documentation with the inclusion of clinical audit data on the occasion of routine follow-up appointments of the patients. The data of the documentation go back to 1982. A total of 120 patient files were inspected by means of a manual search according to initial amalgam fillings with a service life of 10 years or longer. Evaluation of the data was made with the life table procedure according to Kaplan and Meier to present the functional periods. As part of a clinical audit of 120 patients with 10 or more year-old initial amalgam fillings, the restorations were evaluated, in part photographed and the clinical acceptance evaluated with the modified CPM index.

Results: A total of 901 initial amalgam fillings were documented on side teeth. Amalgam restorations on premolars and molars had the same functional period, with 13 years. After five years, 86.5 % of the total initial fillings were still present. After 10 years, 63.3 % had survived and even after 20 years 25.1 % of the documented restorations were in situ. The filling quality of the 169 surviving initial amalgam fillings was evaluated with the C-criterion of the CPM index. Finally, it was determined that 70 %, consisting of correct

¹ Zahnarztpraxis Dr. Rolf Eckardt, Hellkamp 2, 20255 Hamburg

² Abteilung für Zahnerhaltung und Präventive Zahnmedizin, Professor emeritus, Universität Witten/Herdecke, Alfred-Herrhausen-Str. 44, 58455 Witten

Peer-reviewed article: eingereicht: 28.09.2014, revidierte Fassung akzeptiert: 03.12.2014

DOI 10.3238/dzz.2015.0033-0042

169 überlebten initialen Amalgamfüllungen wurde mit dem C-Kriterium des CPM-Index bewertet. Abschließend wurde festgestellt, dass 70 %, bestehend aus korrekten und korrigierbaren initialen Füllungen bei der Untersuchung klinisch akzeptabel waren. 30 % der Restaurationen waren nicht mehr ausreichend und müssen aus diversen Gründen ersetzt werden.

Schlussfolgerung: In einer allgemeinen Zahnarztpraxis zeigte sich bei initialen Amalgamfüllungen nach 5 Jahren Liegezeit kaum ein Unterschied zwischen den prozentualen Überlebensraten an Prämolaren und Molaren. Ähnliches ließ sich für die Restaurationsgröße bestimmen. Erst die Daten der 10-Jahres-Überlebensrate ließen erkennen, dass je kleiner eine Restauration mit Amalgam war, umso höher die zu erwartende Funktionszeit war. Die überlebten Amalgamfüllungen waren zu ca. 70 % klinisch akzeptabel. Die Daten zeigten, dass bei regelmäßigen Kontrollen in der Praxis die jeweils notwendigen Korrekturen vorgenommen werden müssen, um die Qualität der Restaurationen lange zu erhalten. (Dtsch Zahnärztl Z 2015; 70: 33–42)

Schlüsselwörter: Amalgam; Funktionszeit; Versorgungsforschung; retrospektive Querschnittsstudie; CPM-Index

1 Einleitung

Für den gesetzlich Krankenversicherten ist Amalgam zurzeit noch häufig die Regelversorgung, denn zahnärztliche Amalgame gelten als wissenschaftlich anerkannte Materialien zur Versorgung kariöser Defekte im Seitenzahnbereich. Gemäß der Behandlungsrichtlinie haben vertragszahnärztliche Leistungen die ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche Behandlung des Patienten sicherzustellen, wobei diese Versorgung nach dem anerkannten Stand der medizinischen Kenntnisse erbracht werden soll. Obwohl die Bundeszahnärztekammer den Gebrauch von Amalgam weiter als unbedenklich einstuft, ist die Bevölkerung durch zahlreiche Berichte und Diskussionen in den Medien über die angeblich schädliche Quecksilberfreisetzung aus Amalgamfüllungen verunsichert worden. Die Problematik des Amalgams wird zunehmend politisiert und oft in den Medien irreführend dargestellt. Die Reaktion vieler Menschen darauf ist die Ablehnung von Amalgamfüllungen oder der Wunsch nach deren Entfernung. Amalgam gilt heute als der am besten untersuchte Werkstoff in der restaurativen Zahnheilkunde. Aufgrund der langen klinischen Erfahrung mit diesem Füllungsmaterial ist es möglich,

Aussagen hinsichtlich toxikologischer Gesichtspunkte mit hoher Sicherheit zu treffen. Bei den gesundheitlichen Auswirkungen ist insbesondere das Quecksilber, als toxikologisch bedenklichster Bestandteil, von Bedeutung. Es ist die primäre Quelle für die Belastung der Bevölkerung mit anorganischem Quecksilber. Die aufgenommene Quecksilbermenge ist allerdings toxikologisch unbedenklich [19, 22]. Die Hauptquelle für die Belastung mit den weitaus toxischeren organischen Quecksilberverbindungen ist die Nahrung. Überwiegend Methylquecksilber gelangt durch den Verzehr von Fischen in den menschlichen Organismus [19]. Die von der Europäischen Kommission 2007 verfasste Gemeinschaftsstrategie für Quecksilber stellt fest, dass das Einatmen von Quecksilberdampf aus zahnmedizinischen Amalgam die Hauptquelle der Quecksilberexposition in Industrieländern ist. Die Strategie verfolgt deshalb unter anderem das Ziel, durch Verringerung von Angebot und Nachfrage, den Eintritt von Quecksilber in die Gesellschaft zu verringern. Eine Einschränkung oder gar ein Verbot der Verwendung von Amalgam könnte die finanzielle Stabilität des Gesundheitssystems beeinträchtigen und Auswirkungen auf die Fähigkeit einzelner Patienten haben, für ihre

and correctable initial fillings, were clinically acceptable in the study. 30 % of the restorations were no longer adequate and had to be replaced for various reasons.

Discussion: In a general dental practice hardly any difference emerged between the percentage survival rates of premolars and molars in the case of amalgam fillings after 5 years' service life. A similar finding could be determined for the restoration size. Only the data of the 10-year survival rate revealed that the smaller a restoration with amalgam was, the higher the functional period to be expected was. The surviving amalgam fillings were clinically acceptable up to approximately 70 %. The data showed that in the event of regular check-ups in the practice the corrections necessary in each case had to be carried out in order to preserve the quality of the restorations for a long time.

Keywords: amalgam; functional period; care research; retrospective cross-section study; CPM index

Zahngesundheit aufzukommen [2]. Neben den zwar wissenschaftlich unbelegten, in der Bevölkerung gleichwohl aber diskutierten gesundheitlichen Folgen sind es zudem die Umweltschädigungen durch Quecksilberrückstände bei der Entsorgung, die zu einem Umdenken in der Füllungstherapie führen. Seit einiger Zeit steht zudem ein Verarbeitungsverbot von Quecksilber durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) zur Debatte, das sich vorwiegend auf die Vermeidung einer Exposition mit dem Metall sowohl bei der Be- und Verarbeitung als auch bei der Entsorgung konzentriert [16]. Anfang Oktober 2013 wurde das internationale Minamata-Übereinkommen unterzeichnet, in dem die weltweite Reduktion der Quecksilberemission in die Umwelt geregelt ist. Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) veranlasste im Februar 2009 die Erarbeitung dieser Konvention. Bei den Verhandlungen einigte man sich unter anderem auf eine „Phase down“-Strategie für zahnärztliches Amalgam, das bedeutet eine Reduktion der Verwendung von Amalgam ohne eine zeitliche Vorgabe. Anfang März 2014 hat der wissenschaftliche Beratungsausschuss für Gesundheits- und Umweltrisiken der Europäischen Kommission, das Scientific Committee on Health and Environmen-

1	Anatomische Form
	0 korrekte anatomische Form
	1 mangelhafte Umrissgestaltung
	2 mangelhafte Füllungskontur
	3 Umrissgestaltung und Füllungskontur mangelhaft
	4 Fraktur der Füllung oder Füllungsverlust (teilweise oder vollständig)
2	Oberflächenqualität (mind $\frac{2}{3}$ der Gesamtoberfläche)
	0 glatte, homogene Oberfläche
	1 glatte, inhomogene Oberfläche
	2 raue, homogene Oberfläche
	3 raue, inhomogene Oberfläche
3	Abrasion
	0 kein Substanzverlust
	1 Substanzverlust entsprechend individueller Muster
	2 lokalisierter Substanzverlust
4	Randschluss
	0 nicht sondierbarer Füllungsrand
	1 sondierbarer Füllungsrand bis $\frac{1}{3}$ des Gesamtumfangs
	2 sondierbarer Füllungsrand an mehr als $\frac{1}{3}$ des Gesamtumfangs
	3 Randspalt
5	Stufenbildung
	0 keine Stufenbildung
	1 Füllungsüberschuss
	2 negative Stufenbildung
6	Verfärbungen des Füllungsrandes
	0 keine Verfärbungen
	1 bis $\frac{1}{3}$ des Gesamtumfangs erkennbare Verfärbungen
	2 mehr als $\frac{1}{3}$ des Gesamtumfangs erkennbare Verfärbungen
	3 Sekundärkaries mit Kavitation
7	Klinische Akzeptanz
	0 korrekte Füllung
	1 bis $\frac{1}{3}$ des Gesamtumfangs erkennbare Verfärbungen
	2 mehr als $\frac{1}{3}$ des Gesamtumfangs erkennbare Verfärbungen
	3 Sekundärkaries mit Kavitation
4 Füllung muss unverzüglich ersetzt werden	

tal Risks (SCHER), eine Stellungnahme zu den Gesundheits- und Umweltauswirkungen von Amalgam veröffentlicht. Man kam zu dem Ergebnis, dass die Gesundheits- und Umweltgefährdung durch das in zahnärztlichem Amalgam enthaltene Quecksilber vergleichsweise gering ist. Nur unter außergewöhnlichen Umständen, einem „Worst-Case-Szenario“, d.h. im Falle einer hohen Zahnarztdichte, verbunden mit einem hohen Grad der Amalgamnutzung bei gleichzeitigem Fehlen von Amalgamabscheidern, könne auf lokaler Ebene Risiken für Gesundheit und Umwelt nicht ausgeschlossen werden [18]. Dieses Szenario ist für Deutschland ausgeschlossen, da hier flächendeckend Amalgamabscheider für Zahnarztpraxen vorgeschrieben sind. Ziel dieser Untersuchung war die Darstellung der Haltbarkeit von initialen Amalgamfüllungen, d.h. von ausschließlich Erstversorgungen von Kariesläsionen mit Amalgam ohne jede andere vorherige Füllungstherapie, im Seitenzahnbereich, in einer allgemeinen Zahnarztpraxis im Rahmen eines Versorgungsforschungsprojektes. Des Weiteren wurden mögliche Optionen für die Nachfolgeversorgungen bei notwendiger Erneuerung von Amalgamfüllungen betrachtet, sowie dessen Versagensmechanismen. Im klinischen Teil dieser Studie erfolgte die Qualitätsbeurteilung der initialen Amalgamrestorationen anhand der C-Kriterien des CPM-Index.

2 Material und Methode

In der hier durchgeführten Untersuchung handelte es sich um eine retrospektive Querschnittsstudie auf der Grundlage der medizinischen Dokumentation mit Einbeziehung der klinischen Kontrolldaten anlässlich routinemäßiger Wiedervorstellungen der Patienten. Es wurden 120 Patientenakten per Handsuche nach initialen Amalgamfüllungen durchgesehen, die mindestens vor 10 Jahren oder länger gelegt worden waren. Ein Einschlusskriterium für die Untersuchung war, dass diese Patienten bis zum Jahr 2011 regelmäßig, d.h. mindestens einmal im Jahr zur Kontrolluntersuchung in die Zahnarztpraxis kamen. Dies gewährleistete eine detaillierte Krankengeschichte. Das Alter und das Geschlecht der Patienten waren zu-

Tabelle 1 C-Kriterien des CPM-Index [8].

Table 1 C- criteria of the CPM Index [8].

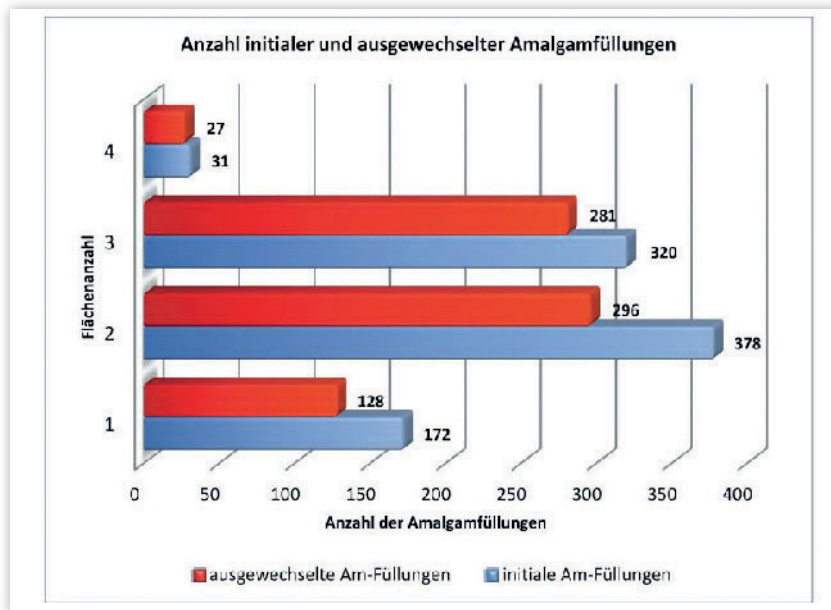


Abbildung 1 Anzahl der initialen und ausgewechselten Amalgamfüllungen aufgeteilt auf die Flächenanzahl der Füllungen.

Figure 1 Number of initial and replaced amalgam fillings according to the number of filling surfaces.

fällig. Nur Prämolaren und Molaren aller 4 Quadranten fanden Berücksichtigung. Für die Auswertung der aufgenommenen Parameter wurden die Patientendaten vollständig anonymisiert, die Verarbeitung des Datenmaterials erfolgte codiert, um die Richtlinien des Datenschutzes einzuhalten. Die aufgenommenen Daten in der Praxis für die initial gelegten Amalgamfüllungen gingen bis zum Jahr 1982 zurück. Nur ein

Behandler führte alle dokumentierten initialen Amalgamrestaurationen aus. Die Zahnarztpraxis befindet sich in Hamburg und wurde 1981 gegründet. Die aufgenommenen Daten wurden in eine Excel-Tabelle übernommen und anschließend codiert für die Auswertung mit dem Statistikprogramm SPSS. Die Auswertung der Daten erfolgte mithilfe des Life-Table-Verfahrens nach Kaplan und Meier. Hilfreiche Unterstüt-

zung bietet die Kaplan-Meier Kurve beim Ablesen spezifischer Überlebensraten oder Funktionszeiten. Im Jahr 2011 fand im Rahmen der routinemäßigen Wiedervorstellung der Patienten die klinische Kontrolle von 120 Patienten mit den 10 oder mehr Jahre alten initialen Amalgamfüllungen statt, diese wurden bewertet, zum Teil fotografiert und die klinische Akzeptanz beurteilt. Zur Bewertung diente der modifizierte CPM (Clinical, Photographic, Micromorphological)-Index, wobei hier nur die klinische und z.T. fotografische Auswertung erfolgte. Dabei wurde der Füllungszustand taktil und visuell unter Zuhilfenahme von Licht, Spiegel und Sonde begutachtet. Die klinischen Kriterien (siehe Dokumentationsbogen – Tabelle 1) beinhalten die anatomische Form, die Oberflächenqualität, die Abrasion, den Randschluss, die Stufenbildung, die Verfärbungen des Füllungsrandes und die klinische Akzeptanz [8].

3 Ergebnisse

3.1 Funktionszeit

Anhand von 120 Patientenakten wurden insgesamt 901 initiale Amalgamfüllungen an den Seitenzähnen dokumentiert. Im Durchschnitt waren das etwa 7,5 gelegte Amalgamfüllungen pro Patient. Die Patienten waren zu 45,8 % männlichen und 54,2 % weiblichen Geschlechts. Die Auswertung der Daten er-

Gruppe	Ereignisse N (%)	Zensierungen N (%)	Median [Jahre]	95%-KI für den Median
Prämolar	246 (75,9 %)	78 (24,1 %)	13,0	[11,7; 14,3]
Molar	486 (84,2 %)	91 (15,8 %)	13,0	[12,1; 13,8]
1 Fläche	128 (74,4 %)	44 (25,6 %)	14,0	[11,8; 16,2]
2 Flächen	296 (78,3 %)	82 (21,7 %)	13,0	[11,7; 14,3]
3 Flächen	281 (87,8 %)	39 (12,2 %)	12,0	[10,8; 13,2]
4 Flächen	27 (87,1 %)	4 (12,9 %)	9,0	[6,3; 11,7]
Gesamt	732 (81,2 %)	169 (18,8 %)	13,0	[12,2; 13,8]

KI=Konfidenzintervall

Tabelle 2 Zusammenfassung der mittleren Funktionszeit der initialen Amalgamfüllungen mit Angabe des 95%-Konfidenzintervalls.

Table 2 Summary of the average functional period of the initial amalgam fillings with statement of the 95% confidence interval.

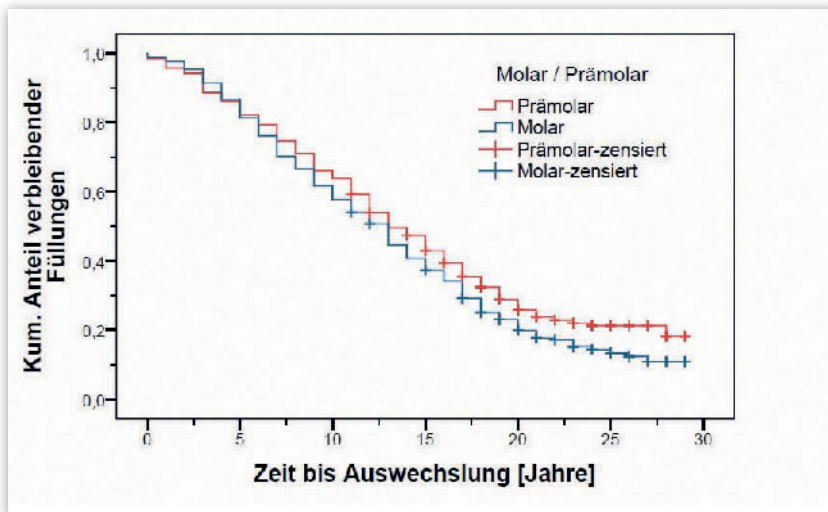


Abbildung 2 Darstellung der Kaplan-Meier-Kurven für initiale Amalgamfüllungen an Prämolaren und Molaren.

Figure 2 Presentation of the Kaplan-Meier curves for initial amalgam fillings in premolars and molars.

folgte einerseits für die Gesamtheit aller dokumentierten Amalgamfüllungen, andererseits flossen Kaplan-Meier-Analysen für die Prämolaren, Molaren sowie die gelegten Füllungen für die einzelnen Zahnflächen ein. Von den 901 aufgenommenen Amalgamfüllungen aus den Patientenakten wurden 642 Füllungen ausgewechselt. 90 Zähne von den übrig gebliebenen 259 Zähnen wurden entfernt, d.h., dass 169 gelegte Amalgamrestorationen, also 18,8 %, nicht ausgewechselt wurden. In Abbildung 1 zeigt sich die Verteilung der initialen und ausgewechselten Amalgamfüllungen aufgeteilt auf die Flächen der Zähne. Von der Gesamtzahl der 901 Amalgamfüllungen wurden etwa 42 % zweiflächige, 35,5 % dreiflächige und 19 % einflächige initiale Amalgamrestorationen gelegt. Bei den 31 vorhandenen vierflächigen initialen Amalgamfüllungen erfolgte von 27 Füllungen ein Austausch, das sind etwa 87 %. Ein Wechsel gegen andere Materialien musste bei einflächigen und zweiflächigen initialen Amalgamfüllungen zu jeweils 74 % und 78 % vorgenommen werden. Von den 320 dreiflächigen initialen Restaurationen wurden etwa 88 %, also 281 Amalgamfüllungen ausgewechselt. In Tabelle 2 sind zusammenfassend alle Ergebnisse zu den mittleren Funktionszeiten der initialen Amalgamfüllungen für die Molaren, Prämolaren, die gesamten betrachteten Füllungen und die Aufteilung

auf die einzelnen Flächen der Zähne wiedergegeben. Amalgamfüllungen an Prämolaren und Molaren hatten mit 13 Jahren die gleiche Funktionszeit. Zu erkennen war aber, dass initiale einflächige Amalgamfüllungen eine deutlich längere Funktionszeit (14 Jahre) als beispielsweise vierflächige Amalgamfüllungen (9 Jahre) hatten. Die Zensierung bezog sich auf die überlebten Füllungen, d.h., dass von den gesamten 169 überlebten Füllungen auf die Prämolaren 78 Füllungen und auf die Molaren 91 Füllungen fielen. Die Funktionszeiten lassen sich auch anhand sogenannter Kaplan-Meier-Kurven grafisch darstellen. In Abbildung 2 lässt sich die mittlere Funktionszeit, also der Zeitpunkt, an dem noch 50 % der Restaurationen vorhanden sind, für die Prämolaren und die Molaren mit 13 Jahren ablesen. Es ergab sich für die Prämolaren und Molaren eine hohe 1-Jahres-Überlebensrate von 98,5 bis 98,8 %. Auch nach 5 Jahren waren noch etwa 86,5 % der gesamten initialen Amalgamfüllungen vorhanden. Nach 10 Jahren überlebten 63,3 % und sogar nach 20 Jahren waren 25,1 % der dokumentierten Amalgamfüllungen in situ. Dabei entfiel der höchste Wert auf einflächige Restaurationen mit 33,8 %.

3.2 Versagensmechanismen

Die aus den Patientenakten dokumentierten Gründe des Versagens oder der

Auswechslung von initialen Amalgamfüllungen prozentual verteilt an Seitenzähnen sind in Tabelle 3 dargestellt. Zu 50 % war der Grund der Entfernung von Amalgamfüllungen die Bildung von Sekundärkaries, verteilt auf etwa die Hälfte zwischen den Prämolaren und den Molaren. Von der Gesamtzahl der ausgewechselten Füllungen wurden 16,4 % der Zähne mit Zahnersatz versorgt. Das schloss alle Kronen und Teilkronen verschiedenster Materialien mit ein. Zu etwa gleicher Prozentzahl von 8 % war der Grund der Auswechslung die Fraktur der Füllung oder des Zahnes mit der initialen Amalgamfüllung, jeweils mehr bei den Molaren als bei den Prämolaren. Auf Patientenwunsch fand bei etwa 6 % der Amalgamfüllungen ein Austausch gegen andere Materialien statt.

3.3 Folgeversorgungen

Die Folgeversorgungen der ausgewechselten initialen Amalgamfüllungen sind anhand der Patientenakten dokumentiert worden. Verblendkronen konnten am häufigsten, zu 32,8 % mehr an Prämolaren als an Molaren angefertigt werden. Die Eingliederung reiner Goldkronen erfolgte an 123 Molaren und 4 Prämolaren, das entsprach etwa 17 % der Gesamtzahl der Ereignisse. Zu 21,3 % fiel die Wahl auf Kompositrestaurationen als Folgeversorgung nach initialen Amalgamfüllungen, davon öfter angefertigt an Molaren als an Prämolaren. Die Eingliederung von Teilkronen aus Gold entsprach 11,3 %. Mit einer Spanne von 0,1 bis 1,1 % wurden neue Amalgamfüllungen, Inlays aus Gold bzw. Keramik, Teleskopkronen und Zementfüllungen hergestellt. In Abbildung 3 ist die Anzahl der verschiedenen Folgeversorgungen und der Extraktionen für jeden der dokumentierten Seitenzähne aufgeschlüsselt. Der größte Teil der Folgeversorgungen entfiel auf Verblendkronen, die auch bei Weisheitszähnen Verwendung fanden, gefolgt von Kompositversorgungen und Goldkronen. Fast die gesamte Anzahl der Goldkronen wurde an Molaren angefertigt, und nur insgesamt 4 Fälle wurden für die Prämolaren dokumentiert.

3.4 Füllungsqualität

Die Füllungsqualität der 169 überlebten initialen Amalgamfüllungen wurde mit

Grund der Auswechslung		Molar / Prämolare		Gesamt
		Prämolare	Molar	
Fraktur Füllung	Anzahl	13	46	59
	% innerhalb Molar/Prämolare	5,3 %	9,5 %	8,1 %
Fraktur Zahn	Anzahl	21	41	62
	% innerhalb Molar/Prämolare	8,5 %	8,4 %	8,5 %
Karies	Anzahl	118	251	369
	% innerhalb Molar/Prämolare	48,0 %	51,6 %	50,4 %
apikale Parodontitis	Anzahl	7	34	41
	% innerhalb Molar/Prämolare	2,8 %	7,0 %	5,6 %
marginale Parodontitis	Anzahl	2	9	11
	% innerhalb Molar/Prämolare	0,8 %	1,9 %	1,5 %
Patientenwunsch	Anzahl	26	21	47
	% innerhalb Molar/Prämolare	10,6 %	4,3 %	6,4 %
Zahnersatz	Anzahl	52	68	120
	% innerhalb Molar/Prämolare	21,1 %	14,0 %	16,4 %
unbekannt	Anzahl	7	16	23
	% innerhalb Molar/Prämolare	2,8 %	3,3 %	3,1 %
Gesamt	Anzahl	246	486	732
	% innerhalb Molar/Prämolare	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Tabelle 3 Prozentuale Verteilung der Gründe der Auswechslung der initialen Amalgamfüllungen auf Molaren und Prämolaren.

Table 3 Percentage distribution of the reason for replacing the initial amalgam fillings across molars and premolars.

dem C-Kriterium des CPM-Index bewertet (siehe Beispielfoto – Abbildung 4 und Tabelle 4). Hier wird nur das wichtigste Kriterium, die klinische Akzeptanz, dargestellt. Die Gesamteinschätzung der klinischen Prognose der kontrollierten initialen Amalgamfüllungen wird in Abbildung 5 gezeigt. Es sollte eine Aussage dazu getroffen werden, ob die entsprechenden Füllungen an den Molaren und den Prämolaren korrigiert oder sogar ersetzt werden mussten. Der größte Teil der 169 Amalgamfüllungen, etwa 37 %, erwies sich als klinisch akzeptabel, jedoch mit geringen Abweichungen von der Regel. Als korrekte Füllung und somit das beste Ergebnis konnten jeweils 11 Restaurationen der Prämolaren und

der Molaren betrachtet werden. Klinisch nicht mehr akzeptabel, aber korrigierbar waren 33 (19,5 %) der Amalgamfüllungen. In ca. 22 % der kontrollierten Fälle wurden weniger gute Ergebnisse aufgezeichnet. Diese wiesen einen Qualitätsverlust auf und die Restaurationen sollten aus präventiven Gründen ersetzt werden. Aus den vorangegangenen Bewertungen, v.a. aus dem des Randschlusses und der Verfärbung des Füllungsrandes ergab sich die Zahl der unverzüglich zu ersetzenden Füllungen. Restaurationen mit Sekundärkaries waren klinisch nicht akzeptabel und müssen unverzüglich ausgewechselt werden. Zum Zeitpunkt der durchgeführten Nachuntersuchung betraf das 13 Fälle,

5 an den Prämolaren und 8 an den Molaren. Abschließend wurde festgestellt, dass ca. 70 % (118 Fälle), bestehend aus korrekten und korrigierbaren initialen Amalgamfüllungen bei der Untersuchung klinisch akzeptabel waren. Etwa 30 % (51 Fälle) der Restaurationen waren nicht mehr ausreichend und müssen aus diversen Gründen ersetzt werden.

4 Diskussion

4.1 Methodik

Der klinische Erfolg der Füllungstherapie mit Amalgam ist unter anderem ab-

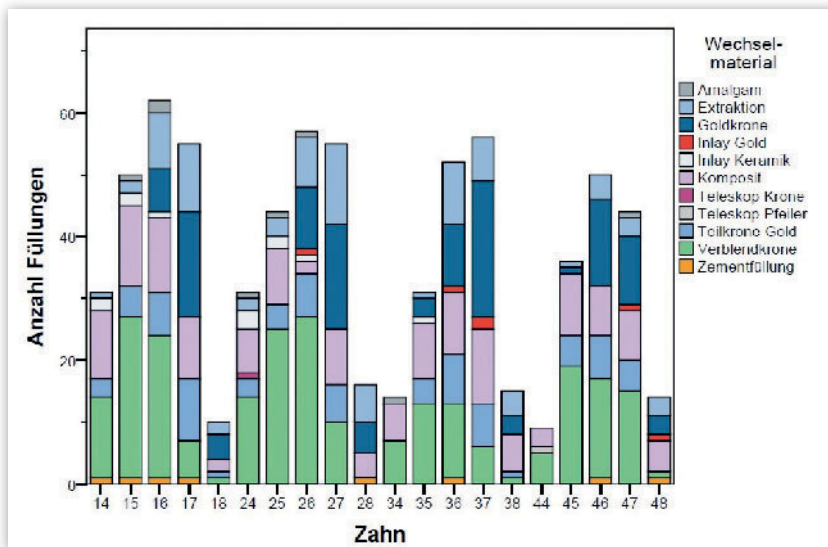


Abbildung 3 Grafische Darstellung der verschiedenen Folgeversorgungen der initialen Restaurationen für jeden dokumentierten Seitenzahn.

Figure 3 Graphic presentation of the various follow-up care measures of the initial restorations for each documented posterior tooth.



Abbildung 4 Oberkiefer mit klinisch akzeptablen bewerteten Amalgam-Versorgungen.

Figure 4 Maxilla with clinical acceptable evaluated amalgam restorations.

hängig von der Qualität des Werkstoffes und dessen Materialeigenschaften. Die hier verwendeten Non-Gamma-2-Amalgame entsprachen zum jeweiligen Zeitpunkt der Füllungslegung den festgelegten Qualitätsansprüchen und gesetzlichen Normen. Für die Präparation der Kavitäten wurden die Blackschen Regeln mit gewissen Einschränkungen, d.h. keine zwingende Verlegung der Ka-

vitätenränder bis in die Selbstreinigungszone, angewendet. Unterschnitte dagegen waren für die Retention der Restaurationen unabdingbar. Nach der persönlichen Mitteilung des einzigen Behandlers mit zunehmend sehr großer Berufserfahrung wurde für alle Amalgamfüllungen versucht, substanzschonend zu präparieren. Hoyer et al. erzielten damit bessere Ergebnisse als mit

konventionell extendierten Restaurationen [6]. Entscheidend für den Erfolg einer korrekten Amalgamfüllung ist das dichte Anlegen und Verkeilen einer Matrice. Beim Fehlen einer Kavitätenwand, insbesondere an approximalen Kontakten, kam eine Matrice zum Einsatz, damit die Zahnform getreu dem anatomischen Vorbild und die Kaufläche in ihrer richtigen vertikalen Dimension wieder hergestellt werden konnte. Die Kondensation der Amalgamfüllungen erfolgte manuell mit Handstopfern. Vergleichende Untersuchungen zur Güte manueller und maschineller Kondensationsverfahren konnten keine Überlegenheit einer der Methoden aufzeigen, denn die Untersuchungsergebnisse variieren je nach Autor [9]. In der hier durchgeführten Studie konnte aus den Patientenakten nicht entnommen werden, ob an jeder gelegten initialen Amalgamfüllung eine Politur ausgeführt wurde. Die Politur führt zu einer Oberflächenvergütung, Reduzierung von Rauigkeiten und Korrosionseinschränkungen [3]. Durch die stufenfreie Korrektur der Übergangszone Zahnhartsubstanz und Amalgam wird die Plaqueansammlung vermindert und somit der eventuell entstehenden Sekundärkariesbildung entgegengewirkt. Des Weiteren wird durch eine sachgemäße Politur die Randständigkeit der Amalgamfüllungen verbessert [10]. Der Einfluss verschiedener Poliermethoden und Instrumente auf die Oberflächenbeschaffenheit der Füllungen ist zu vernachlässigen, denn die Resultate, auch für einfache Verfahren, sind gleichwertig. Durch das Fehlen entsprechender klinisch kontrollierter Studien ist der Einfluss der Politur auf die Funktionszeit von Amalgamfüllungen nicht nachgewiesen [7]. Auch in den vorliegenden Ergebnissen konnte zwischen polierten und nichtpolierten initialen Füllungen nicht unterschieden werden.

Für die klinische Beurteilung der initialen Amalgamrestaurationen kamen in der vorliegenden Untersuchung die C-Kriterien des modifizierten CPM-Index zur Anwendung [8, 6]. Das System stellt einen sensitiven Bewertungsmaßstab für verschiedenartige Füllungsmaterialien dar, der einen direkten Vergleich zwischen der klinischen und mikroskopischen Beobachtung von Restaurationen ermöglicht [1]. Durch die zahn- und zeitbezogene Dokumentation von verschie-

Zahn	Füllungsflächen	Monat/Jahr Füllungslegung	Bewertung anatomische Form	Bewertung Oberflächenqualität	Bewertung Abrasion	Bewertung Randabschluss	Bewertung Stufenbildung	Bewertung Verfärbung Füllungsrand	Bewertung Klinische Akzeptanz
17	omp	10/86	0	0	1	1	1	0	1
16	modp	09/88	0	3	2	1	0	0	2
15	mod	10/86	0	0	1	0	0	0	0
14	od	09/88	0	2	1	1	1	1	2
24	od	02/93	0	2	1	1	1	0	1
25	mod	02/93	0	2	1	0	0	0	1
26	odp	08/92	0	2	1	1	0	1	1

Tabelle 4 Bewertung der C-Kriterien des CPM-Index [8] der in situ befindlichen initialen Amalgamrestorationen anhand des Probandenfalles der Abb. 4.

Table 4 Evaluation of C-criteria of the CPM index [8] the in situ initial amalgam restorations on the basis of case subjects of Fig. 4.

(Abb. 1–5, Tab. 1–4: T. Retzlaff)

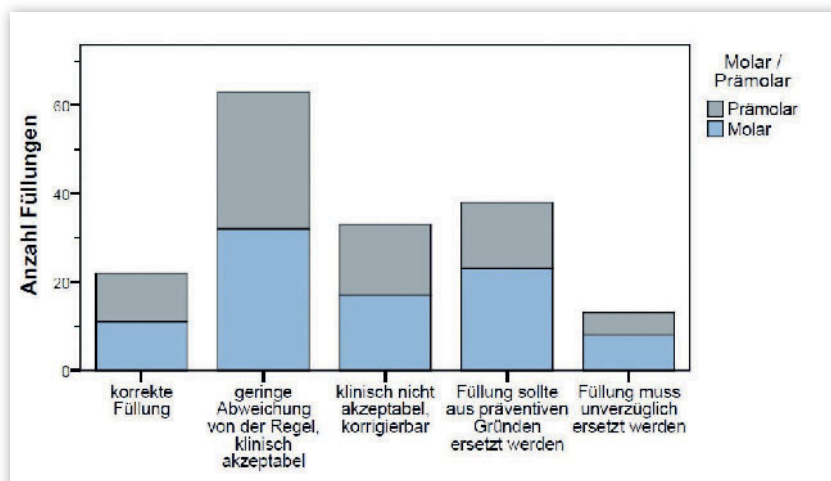


Abbildung 5 Bewertung der klinischen Akzeptanz initialer Amalgamfüllungen an Prämolaren und Molaren.

Figure 5 Evaluation of the clinical acceptance initial amalgam fillings in premolars and molars.

denen Kriterien sind die gewonnenen Resultate jederzeit reproduzier- und prüfbar. Die differenzierte Codierung jedes einzelnen Kriteriums reduziert mögliche Fehlerquellen und lässt es zu, dass präzise Aussagen getroffen werden können. Bei den CPM-Kriterien ist durch die Drittelung des Füllungsrandes eine semiquantitative Aussage möglich. Unabhängig von der Bewertung einzelner Merkmale der Füllung erfolgte die Beurteilung der klinischen Akzeptanz als wichtigstes Kriterium für den Anwender. Ein relevanter Faktor für die Funktionszeit von Amalgam-

füllungen, die patientenbezogenen Unterschiede bezüglich der Mundhygiene, Kariesaktivität, Ernährungsgewohnheiten und Bruxismus, konnten hier nicht ausreichend dokumentiert werden. Für Patienten mit hoher Kariesaktivität ist die Überlebensdauer von Füllungen reduziert [20]. Die hier ermittelten langen Funktionszeiten der Amalgamfüllungen wie auch bei Hawthorne und Smales der Fall, könnten darauf zurückgeführt werden, dass nur Patienten in die Dokumentation mit einfließen, die immer regelmäßig mindestens einmal im Jahr zur Kontroll-

untersuchung gekommen sind [4]. Die dadurch resultierende wiederkehrende Motivation der Patienten zur guten Mundhygiene könnte das Untersuchungsergebnis zur Haltbarkeit der initialen Amalgamfüllungen positiv beeinflusst haben. Die dokumentierten initialen Amalgamrestorationen wurden nicht zufällig pro Patient ausgewählt, sondern es flossen eine größere Anzahl von Füllungen pro Patient mit in die Bewertung ein und somit kann eine Unabhängigkeit der Fälle nicht versichert werden. Laut Hickel et al. sollte sich die statistische Analyse jedoch auf den Patienten beziehen, da mehrere Füllungen im selben Patienten nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können [5]. Da es sich in dieser hier vorliegenden Studie um eine Analyse der Funktionszeit von initialen Amalgamfüllungen unter den alltäglichen Bedingungen in einer allgemeinen Zahnarztpraxis handelte, wurden somit auch Risikopatienten mit mehreren Füllungen mit eingeschlossen, die den Durchschnitt der Bevölkerung besser repräsentierten. Schließt man diese aus, reduziert sich die Fallzahl pro Patient und es könnten eventuell keine aussagekräftigen Ergebnisse gewonnen werden.

4.2 Ergebnisse

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 es Variationen in der Entscheidung der einzelnen Behandler gibt [14]. Bei den Angaben zur Funktionszeit ist zu unterscheiden zwischen Ergebnissen aus kontrollierten Longitudinalstudien, die das Potenzial eines Materials unter annähernd idealen Bedingungen zeigen und unkontrollierten Querschnittsstudien, die darstellen, wie sich ein Material unter den alltäglichen Bedingungen einer allgemeinen Zahnarztpraxis tatsächlich verhält. Dies war bei dieser Nachuntersuchung von initialen Amalgamfüllungen der Fall. Am besten ließen sich die hier gewonnenen Ergebnisse mit anderen retrospektiven Studien aus der Literatur vergleichen. In einer Untersuchung von *Lucarotti* et al. reichte je nach Größe und Komplexität der Füllung die Überlebensrate für Amalgamfüllungen von 72 % (einfächig) bis zu 60 % (dreifächig) nach 5 Jahren und von 58 % bis zu 43 % nach 10 Jahren [11]. Die Autoren kamen zum Schluss, dass kleine einflächige Amalgamfüllungen nach 10 Jahren eine höhere Funktionszeit haben, als größere dreifächige Amalgamfüllungen. *Hawthorne* und *Smales* untersuchten 1997 den Einfluss von verschiedenen Faktoren auf die Langzeithaltbarkeit von Füllungen [4]. Der durchschnittliche Zeitraum, über den Patienten ihren Zahnarzt besuchten, lag bei 24,8 Jahren. Als mittlere Funktionszeit ermittelten die Autoren für Amalgam 22,5 Jahre. Die exzellente Funktionszeit der Füllungen in der vorliegenden Studie wurde auf die regelmäßigen Zahnarztbesuche der Patienten zurückgeführt und auf die relativ niedrige Fluktuation bei den Zahnärzten. Sie kamen zum Schluss, dass hochwertige Füllungen mit langer Haltbarkeit in ausgewählten allgemeinen Praxen durchgeführt werden können. In einer retrospektiven Studie von *Opdam* et al. zog man Patientenakten einer allgemeinen Zahnpraxis in den Niederlanden heran und aus den Daten für Amalgam wurde eine Überlebensrate von 89,6 % nach 5 und 79,2 % nach 10 Jahren festgestellt [15]. Die Anzahl der sanierten Oberflächen hatte einen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Füllungen und die Anzahl der Restaurationen bei einem Patienten. Der Zahn-

arzt, das Material, Alter oder Geschlecht der Patienten sowie die Kombination Zahnarzt und Material zeigten keinen signifikanten Einfluss. In der hier durchgeführten retrospektiven Analyse von 901 initialen Amalgamfüllungen wurde eine mittlere Funktionszeit von 13 Jahren festgestellt. Es zeigte sich kein Unterschied der Funktionszeit von Prämolaren und Molaren, die für beide Zahngruppen 13 Jahre betrug. Meistens wurde in Studien angegeben, wie bei *Manhart* et al., dass Füllungen in Prämolaren besser halten als in Molaren [12]. Im Gegensatz dazu zeigten sich bei Untersuchungen von *Van Nieuwenhuysen* et al. bei Füllungen in Prämolaren eine höhere Funktionsausfallrate als in Molaren [21]. Die mittlere Funktionszeit von einflächigen initialen Amalgamrestaurationen war mit 14 Jahren höher als die der dreifächigen Füllungen mit 12 Jahren. Dieses Ergebnis könnte beispielsweise durch die geringere Fallzahl beeinflusst worden sein. Aus den ermittelten Daten war zu ersehen, dass initiale einflächige Amalgamfüllungen eine deutlich längere Funktionszeit (14 Jahre) als z.B. vierflächige Amalgamfüllungen (9 Jahre) hatten. Die Überlebensraten nach 5 Jahren mit 86,5 % und 10 Jahren mit 63,3 % lagen zwischen denen von *Lucarotti* et al. und *Opdam* et al. [11, 15]. Auch kann sich der Meinung von *Lucarotti* et al. angeschlossen werden, dass kleinere Amalgamfüllungen nach 10 Jahren über eine höhere Funktionszeit verfügen als größere dreifächige Amalgamfüllungen [11]. Die festgestellten Werte für einflächige Amalgamfüllungen hatten nach 10 Jahren eine Überlebensrate von 66,9 % und dreifächigen Restaurationen mit Amalgam 58,4 %. Dadurch wurde ersichtlich, dass die Anzahl der sanierten Oberflächen einen signifikanten Einfluss auf die Funktionszeit der initialen Amalgamfüllungen besaß. *Kosa* et al. sahen den Grund in der besseren Bewertung einflächiger Füllungen in dem erhöhten Schwierigkeitsgrad mehrflächiger Füllungen und der damit verbundenen schlechteren Prognose für die Zahnerhaltung [8]. Bei Querschnittsstudien, die eher die Situation in der täglichen Praxis reflektierten, wurden deutlich höhere Verlustraten gefunden als bei klinisch kontrollierten Langzeitstudien. Es wurde unterschieden nach frühen und späten Verlusten. Nach Wochen bis einigen Monaten machten sich Verarbei-

tungs- und Behandlungsfehler bemerkbar, während zu einem späteren Zeitpunkt vor allem Frakturen, das Auftreten von Sekundärkaries, Abnutzung und Verschleiß des Materials eine Rolle spielten. Die häufigsten Gründe für den Ersatz von Amalgamfüllungen waren Sekundärkaries, Frakturen, Dimensionsprobleme und Randunregelmäßigkeiten [13]. Auch für *Pieper* stand bei der Behandlung Erwachsener der Ersatz insuffizienter Füllungen im Vordergrund [17]. Als Ursache des Funktionsverlustes bei Amalgamfüllungen sah er zu 58 % die Sekundärkaries und zu 13 % die Füllungsfraktur. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich in dieser hier vorliegenden Untersuchung, zu ca. 50 % war der Grund der Erneuerung von Amalgamfüllungen die Bildung von Sekundärkaries, verteilt auf etwa die Hälfte zwischen den Prämolaren und Molaren. Der Anteil an frakturierten Füllungen lag etwas niedriger, bei ca. 8 %, jeweils mehr bei den Molaren als bei den Prämolaren. Zur Qualitätsbeurteilung der dokumentierten in situ befindlichen initialen Amalgamfüllungen wurde das C-Kriterium des CPM-Index eingesetzt. Das Kriterium Klinische Akzeptanz diente der Zusammenfassung der Bewertung unter dem in der täglichen Praxis wichtigen Gesichtspunkt der Erneuerungsbedürftigkeit. Es kann nur eine korrekte Füllung sein, wenn keines der anderen Kriterien abgewertet wurde. Die Codes klinisch akzeptabel mit geringen Abweichungen von der Regel und klinisch nicht akzeptabel, aber korrigierbar, resultierten insofern aus den relativ streng beurteilten Einzelkriterien, stellten aber für den Praktiker keine direkte Qualitätseinbuße dar. In diesem Zusammenhang war auch die große Anzahl der bei den Merkmalen Oberflächenqualität und Randschluss abgewerteten Füllungen zu sehen. Diese wurden mit klinisch akzeptabel oder nach Korrektur akzeptabel gewertet, da es sich nur um geringfügige Abweichungen vom Idealzustand handelte. Von den 169 nachkontrollierten überlebten Amalgamfüllungen waren nur 22 Restaurationen (13 %) als korrekte Füllung gewertet worden. Der größte Teil, etwa 37 % erwiesen sich als klinisch akzeptabel mit geringen Abweichungen von der Regel, z.B. Einbußen in der Oberflächenqualität oder kleineren detektierbaren Rändern. Klinisch nicht mehr akzeptabel, aber korrigierbar, d.h. polierbare

Stufen und Oberflächen, waren 33 (19,5 %) der Amalgamfüllungen. In ca. 22 % der kontrollierten Fälle wurden schlechtere Ergebnisse aufgezeichnet. Diese Füllungen sollten aus präventiven Gründen ersetzt werden. Restaurationen mit Sekundärkaries und teilweisen Füllungsfrakturen sollten unverzüglich erneuert werden, dieses betraf ca. 8 % der inspizierten Zähne. Abschließend wurde festgestellt, dass ca. 70 % (118 Fälle), bestehend aus korrekten und korrigierbaren überlebten initialen Amalgamfüllungen bei der Untersuchung klinisch akzeptabel waren. Etwa 30 % (51 Fälle) der Restaurationen waren nicht mehr ausreichend und müssen aus diversen Gründen ersetzt werden. Kosa et al. untersuchten in einer Querschnittsstudie die Qualität von Füllungen aus einem konventionellen Amalgam mit einem Alter von durchschnittlich 10 Jahren und diagnostizierten besonders bei den über 10-jährigen Restaurationen vermehrte Korrosion und Sekundärkaries [8]. Von diesen waren aber nach dem CPM-Index noch insgesamt 63 % akzeptabel bzw. korrigierbar. Nach den gleichen Kriterien fanden Hoyer et al. in einer 3-jährigen Longitudinalstudie noch

91 % grazile Amalgamfüllungen akzeptabel bzw. korrigierbar [6].

5 Schlussfolgerungen

Nach 5 Jahren Liegezeit der initialen Amalgamfüllungen ergab sich kaum ein Unterschied zwischen den prozentualen Überlebensraten an Prämolaren und Molaren. Erst im Laufe der darauffolgenden Jahre ließ sich feststellen, dass initiale Amalgamfüllungen in Prämolaren eine etwas höhere Haltbarkeit hatten als in Molaren. Ähnliches ließ sich für die Restauraionsgröße der Amalgamfüllungen bestimmen. Erst anhand der Daten für die 10-Jahres-Überlebensrate ließ sich deutlich der Umstand erkennen, dass je kleiner eine Restauration mit Amalgam war, umso höher war die zu erwartende Funktionszeit. Sekundärkaries stellte bei allen Zähnen den Hauptgrund der Auswechslung der Amalgamfüllungen dar. Apikale Parodontitis und marginale Parodontitis zeigten sich wesentlich häufiger an Molaren als an Prämolaren. Anhand der Qualitätsbeurteilung der überlebten Amalgamfüllungen wurde festgestellt, dass bei den regelmäßi-

gen Kontrollen in der Praxis die jeweils notwendigen Korrekturen vorgenommen werden müssten, um die Qualität der Restaurationen möglichst lange zu erhalten. Trotz der anhaltenden Diskussion über die Verwendung von Quecksilber sind die positiven Aspekte des dentalen Amalgams, die gute marginale Adaption (Randschlussverhalten), die hohe Verschleißfestigkeit und die einfache Verarbeitung bei vergleichsweise hoher Fehlertoleranz zu nennen. Bezüglich der Materialeigenschaften sowie unter Kostengesichtspunkten ist Amalgam derzeit nicht aus der zahnärztlichen Versorgung wegzudenken. DZZ

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

Korrespondenzadresse

Tabea Retzlaff, Dr., M.Sc.
 Zahnarztpraxis Dr. Rolf Eckardt
 Hellkamp 2
 20255 Hamburg
 info@zahnarzt-osterstrasse.de

Literatur

- Gängler P, Hoyer I, Montag R: Clinical evaluation of posterior composite restorations: the 10-year report. *J Adhes Dent* 2001;3:185–194
- Gelband H: The science and politics of dental amalgam. *Int J Technol Assess Health Care* 1998;14:123–134
- Geurtsen W: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen gummipolierter Amalgamfüllungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1984;39:529–531
- Hawthorne WS, Smales RJ: Factors influencing long-term restoration survival in three private dental practices in Adelaide. *Aust Dent J* 1997;42:59–63
- Hickel R, Roulet JF, Bayne S, et al.: Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clin Oral Invest* 2007;11:5–33
- Hoyer I, Gängler P, Wucherpfennig G: Klinische Erfolgsbewertung der modifizierten Kavitätenpräparation bei grazilen Amalgamfüllungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1992;47:439–443
- Kamann W: Die Amalgamfüllung. Köln: Dt. Zahnärzte-Verlag, 2003
- Kosa W, Gängler P, Wucherpfennig G: Klinische Qualität von Amalgamfüllungen nach zehnjähriger Funktionszeit (CPM-Kriterien). *Dtsch Stomatol* 1991;41:53–56
- Letzel H, van't Hof MA, Vrijhoef MM: The influence of the condensation instrument on the clinical behaviour of amalgam restorations. *J Oral Rehabil* 1987;14:133–138
- Lovadino JR, Ruhnke LA, Consani S: Influence of burnishing on amalgam adaptation to cavity walls. *J Prosthet Dent* 1987;58:284–286
- Lucarotti PS, Holder RL, Burke FJ: Outcome of direct restorations placed within the general dental services in England and Wales (Part 1): variation by type of restoration and re-intervention. *J Dent* 2005;33:805–815
- Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R: Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004;29:481–508
- Manhart J, Chen HY, Hickel R: Überlebenszeitanalyse von konservierend-zahnärztlichen Restaurationen-Teil II: Direkte Füllungen aus Amalgam und Glasionomerzement im Seitenzahnbereich. *ZWR* 2003;112:205–214
- Mjör IA, Jokstad A, Qvist V: Longevity of posterior restorations. *Int Dent J* 1990;40:11–17
- Opdam NJ, Bronkhorst EM, Roeters JM, Loomans BA: A retrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. *Dent Mater* 2007;23:2–8
- Petersen PE, Baez R, Kwan S, Ogawa H: Future use of materials for dental restoration. *World Health Organisation* 2009
- Pieper K: Qualitätssicherung in der Füllungstherapie. München: Carl Hanser Verlag, 1990
- SCHER: Opinion on the environmental risks and indirect health effects of mercury from dental amalgam (update 2014). 2014
- Schiele R: Zur Frage der Toxologie von Quecksilber aus Amalgam-Füllungen. (1981) In: Amalgam – Pro und Contra., Hrg.: Institut der deutschen Zahnärzte (IDZ). Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1992
- Tyas MJ: Placement and replacement of restorations by selected practitioners. *Aust Dent J* 2005;50:81–89; quiz 127
- Van Nieuwenhuysen JP, D'Hoore W, Carvalho J, Qvist V: Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth. *J Dent* 2003;31:395–405
- Visser H: Quecksilber-Exposition durch Amalgamfüllungen. Hüthig Buch Verlag, Heidelberg 1993