

D. Arenholt-Bindslev<sup>1</sup>, G. Schmalz<sup>2</sup>

# Quecksilber-Exposition beim Entfernen von Amalgam-Füllungen

Eine Literaturübersicht

Beim Entfernen von Amalgam-Füllungen kommt es zu einer Quecksilberexposition von zahnärztlichem Personal und Patienten. Die allgemeine Quecksilberkonzentration am zahnärztlichem Arbeitsplatz liegt jedoch bei Beachtung der üblichen arbeitshygienischen Regeln unter dem Wert, bei dem in der wissenschaftlichen Literatur über toxische Reaktionen berichtet wird und unterhalb der offiziellen Grenzwerte (MAK, TLV) für Langzeitexpositionen. Bei zahnärztlichem Personal ist gegenüber der Normalbevölkerung der Quecksilbergehalt in Blut, Urin und in manchen Organen geringfügig erhöht, aber auch hier gibt es in der wissenschaftlichen Literatur keinen Hinweis darauf, daß damit Gesundheitsschäden verbunden sind, die relevanten Grenzwerte werden ebenfalls nicht erreicht.

Bei Patienten ist der Quecksilbergehalt in Blut und Urin unmittelbar nach dem Entfernen von Amalgam-Füllungen erhöht, die Werte gehen jedoch innerhalb weniger Tage bis zu einem Monat auf das Anfangsniveau zurück. Auch dabei werden die relevanten Grenzwerte nicht erreicht. Die Bildung von Quecksilberdampf wird durch Wasserspraykühlung und Nebelabsaugung deutlich reduziert; die dabei auftretenden Quecksilberdampfkonzentrationen liegen weit unter den relevanten Grenzwerten der WHO (STEL) für Kurzzeitexpositionen.

Kasuistiken mit unspezifischen Symptomen konnten bislang nicht mit der Quecksilberexposition beim Entfernen von Amalgam-Füllungen in Zusammenhang gebracht werden. Ausnahmen stellen seltene Allergien dar. Die Anwendung von Medikamenten bei der Entfernung von Amalgam entbehrt nach heutigem Kenntnisstand der wissenschaftlichen Grundlage.

Werden die üblichen Empfehlungen (Wasserspray, Nebelabsaugung, Entfernung in Fragmenten) eingehalten, so kann auf Grund der vorliegenden Literatur keine Gefährdung des zahnärztlichen Personals und des Patienten beim Entfernen von Amalgam-Füllungen angenommen werden mit Ausnahme sehr seltener Fälle einer Allergie gegenüber Amalgam.

## 1 Einleitung

Im Rahmen der Diskussion über den Füllungswerkstoff Amalgam wird auch auf mögliche Gefahren für das zahnärztliche Personal und für den Patienten bei der Entfernung von Amalgam-Füllungen hingewiesen. Die nachfolgenden Ausführungen zu

diesem Thema beruhen auf der zugänglichen Literatur und auf einer zusammenfassenden Beurteilung im Bericht der Schwedischen Gesundheitsbehörde vom November 1994 [43].

## 2 Allgemeine Arbeitsplatzkonzentration für Quecksilber

In der Mehrzahl moderner Zahnarztpraxen liegt die allgemeine Quecksilberkonzentration der Luft am Arbeitsplatz weit unter den nationalen und internationalen Sicherheitswerten (MAK = maximale Arbeitsplatz-Konzentration, TLV = Threshold Limit Value) [16, 22, 43, 44].

Diese Grenzwerte beziehen sich auf eine berufsbedingte Langzeitexposition bei einem 8-Stunden-Tag und fünf Arbeitstagen pro Woche: unterhalb dieses Grenzwertes sind bei fast allen Betroffenen keine Schäden zu erwarten. Allerdings herrschen keine einheitlichen Vorstellungen über diesen Grenzwert. So beträgt er in Deutschland 100 µg Hg/m<sup>3</sup> Luft [8], in Dänemark 50 µg Hg/m<sup>3</sup> Luft, in Schweden 35 µg Hg/m<sup>3</sup> Luft, in Großbritannien 50 µg Hg/m<sup>3</sup> Luft und nach WHO 50 µg Hg (anorganisch)/m<sup>3</sup> und 25 µg Hg (dampfförmig)/m<sup>3</sup> Luft [46]. Die tägliche Dosis inhalierten Quecksilbers liegt bei berufsbedingter Exposition nach dem Grenzwert von 50 µg Hg/m<sup>3</sup> Luft bei ca. 300–500 µg Hg/Tag, abhängig vom Ausmaß der körperlichen Aktivität und dem entsprechenden respiratorischen Minutenvolumen [3].

Nach Angaben aus der wissenschaftlichen Literatur (Übersicht bei [16]) können typische Quecksilberdampf-Vergiftungsscheinungen wie Tremor, Erethismus und Proteinurie erst bei einer Langzeitexposition von mehr als 100–200 µg Hg/m<sup>3</sup> Luft auftreten. Bei sehr empfindlichen Personen können bei Langzeitexpositionen von 25–80 µg Hg/m<sup>3</sup> Luft, was 30–100 µg Hg/g Kreatinin entspricht, klinisch nicht eindeutige, unspezifische Symptome wie Appetitlosigkeit, Gewichtsverlust, Müdigkeit und gastrointestinale Störungen auftreten [16]. Nach der WHO [47] treten bei einer Langzeitexposition Symptome einer Quecksilbervergiftung oberhalb von 80 µg Hg/m<sup>3</sup> entsprechend einem Urinspiegel von 100 µg Hg/g Kreatinin auf. Danach werden weniger toxische Wirkungen (d. h. solche, die nicht mit klinisch manifesten Beeinträchtigungen einhergehen) im Bereich von 25–80 µg Hg/m<sup>3</sup> beobachtet. Das Auftreten von Tremor in Bereichen von 25–35 µg Hg/m<sup>3</sup> konnte nicht eindeutig bestätigt werden [47]. In den meisten Untersuchungen in diesem Dosisbereich konnte keine dosisabhängige Reaktion gefunden werden [47].

Allerdings werden auch diese Konzentrationen in modernen zahnärztlichen Praxen bei korrekter Quecksilber- bzw. Amalgamverarbeitung nicht erreicht [16, 22].

Für die Kurzzeitexposition\* wird von der WHO das STEL (STEL = Short Term Exposure Limit) von 500 µg/m<sup>3</sup> als Grenzwert empfohlen [46].

<sup>1</sup> Royal Dental College, University of Aarhus, Dänemark

<sup>2</sup> Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität Regensburg

\* Der Begriff »Kurzzeitexposition« ist nicht eindeutig definiert, man versteht darunter jedoch im allgemeinen einen Zeitraum von ca. 15 Minuten [1].

### 3 Quecksilbergehalt im Urin/Blut von zahnärztlichem Personal

Zahnärztliches Personal ist im allgemeinen Quecksilber sowohl aus den üblichen Umweltquellen wie Luft, Nahrung, eigenen Amalgam-Füllungen etc. ausgesetzt als auch zusätzlich beim Verarbeiten von Amalgam, d. h. u. a. beim Entfernen von Füllungen. Deshalb kann zahnärztliches Personal als Risikogruppe bezeichnet werden.

Schwedische Untersuchungen haben gezeigt, daß der Quecksilbergehalt im Urin von zahnärztlichem Personal im Bereich von 3 – 5 µg Hg/g Kreatinin liegt; in Einzelfällen werden Werte bis zu 30 µg Hg/g Kreatinin beobachtet [43]. Bei Untersuchungen an norwegischen Zahnärzten wurde ein durchschnittlicher Quecksilbergehalt im Urin von 40 nmol/l (= 8 µg Hg/l) festgestellt [17]. Dieser Wert entsprach nahezu den Ergebnissen finnischer Studien, die über einen Durchschnittswert von 38 nmol Hg/l (= 7,6 µg Hg/l) berichteten. Diese Angaben liegen jedoch unter den Ergebnissen aus amerikanischen bzw. britischen Zahnkliniken (70 nmol/l = 14 µg Hg/l [28] bzw. 20–30 µg Hg/l [26]).

Untersuchungen an deutschen Zahnärzten ergaben einen Quecksilbergehalt im Urin von 1,97 µg/g Kreatinin [19], 2,29 µg Hg/g Kreatinin [14], 3,48 µg Hg/g Kreatinin [39] und 4,12 µg Hg/g Kreatinin [45]. Die Werte liegen geringfügig über denen der deutschen »Normalpersonen«, d. h. solcher Personen ohne berufliche Exposition mit einem Bereich von 0,1 µg Hg/g Kreatinin bis 38,9 µg Hg/g Kreatinin (Median: 0,5 µg Hg/g Kreatinin) [38, 39]. Die entsprechenden Grenzwerte der WHO für beruflich exponierte Personen (50 µg Hg/g Kreatinin) [46] und des BAT (Biologischer Arbeitsstoff-Toleranz-Wert [37]) werden nicht erreicht. Sie liegen auch unter den Konzentrationen, bei denen nach WHO [47] bei besonders empfindlichen Personen die oben genannten unspezifischen Symptome auftreten können (30 – 100 µg Hg/g Kreatinin).

Auch im Blut wurden bei amerikanischen und europäischen Zahnärzten geringfügig erhöhte Quecksilberwerte im Vergleich zu beruflich nicht exponierten Personen gefunden und in wenigen Autopsiestudien wurde über einen erhöhten Quecksilber Spiegel in Organen von Zahnärzten berichtet [16]. Nach schwedischen Untersuchungen kommt es bei zahnärztlichem Personal nach Langzeitexposition von Quecksilber u. U. zu einer erhöhten Quecksilberspeicherung in der Hypophyse [30]. Langworth et al. [20] fanden jedoch bei zahnärztlichem Personal keinerlei Funktionsbeeinflussung der Hypophyse. Eingehend wurden auch die möglichen Folgen einer Quecksilberexposition auf die Gesundheit der neugeborenen Kinder von zahnärztlichem Personal diskutiert. Die Mißbildungsrate unter Kindern von Müttern, die in der zahnärztlichen Praxis Quecksilber ausgesetzt waren, erwies sich gegenüber einer Kontrollgruppe als nicht erhöht [10]. In einer Studie an 418 kalifornischen Zahnärztassistentinnen (Helferinnen) fand Rowland et al. [36] eine verringerte Fruchtbarkeit (Zeit bis zur Schwangerschaft) bei denjenigen Frauen, die in Praxen mit schlechter Quecksilberhygiene arbeiteten; hingegen waren Zahnärztassistentinnen bei Einhalten der üblichen arbeitshygienischen Regeln fruchtbarer als nicht exponierte Kontrollpersonen. Neuere Untersuchungen aus Norwegen belegen außerdem, daß eine berufsbedingte Quecksilberexposition bei Zahnärztinnen im Vergleich zu Lehrerinnen keinen Einfluß auf die Fruchtbarkeit hat [41].

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand können somit unter der Voraussetzung, daß die üblichen Regeln im Umgang mit Quecksilber beachtet werden, keine Symptome bei zahnärztlichem Personal und dessen Kinder mit einer berufsbedingten Quecksilberexposition in Zusammenhang gebracht werden [16].

### 4 Quecksilbergehalt im Blut/Urin von Patienten

Molin et al. [25] zeigten am Patienten eine vorübergehende Erhöhung des Quecksilberspiegels im Plasma (3–4fach) und im Urin (ca. 50%) kurz nach der Entfernung von Amalgam-Füllungen (durchschnittlich ca. 20 Flächen in einer Sitzung). Die gemessenen Werte waren jedoch signifikant geringer als Quecksilberkonzentrationen im Blut, die bekanntermaßen zu toxischen Wirkungen führen. Innerhalb eines Monats gingen sie wieder auf die anfangs gemessenen Werte zurück [25].

Ähnliche Beobachtungen machten Snapp et al. [40]: Nach Entfernen aller Amalgam-Füllungen in einer Sitzung erhöhte sich der Quecksilber-Spiegel im Blut um durchschnittlich  $1,70 \pm 1,06$  ng Hg/ml Blut bzw.  $1,46 \pm 1,17$  ng Hg/ml Blut, je nach Berechnungsmethode. Die Halbwertszeit für die Elimination erhöhter Quecksilberkonzentration betrug knapp 3 Tage. Die durch die Entfernung von Amalgam bedingte Quecksilberkonzentration im Blut lag im Mittelwert bei 3,48 ng/ml Blut, der höchste Wert betrug 7,10 ng Hg/ml Blut.

Begerow et al. [2] stellten bei einer Untersuchung von 17 Patienten fest, daß unmittelbar nach Entfernen der Amalgam-Füllungen und bis zu 6 Tage danach der Quecksilbergehalt im Urin um durchschnittlich 30% vom geometrischen Mittel ( $1,44$  µg Hg/g Kreatinin) anstieg. Die Erhöhung war unabhängig von der Anzahl der entfernten Amalgam-Füllungen. Die durchschnittliche Halbwertszeit für die Elimination der erhöhten Quecksilberkonzentration wurde mit 95 Tagen angegeben. Der Endwert bei 12 Monaten nach Entfernung der Amalgam-Füllungen korrelierte nicht mit der anfänglichen Anzahl von Amalgam-Füllungen.

Alle diese Werte liegen deutlich unter dem vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte angegebenen Grenzwert von 10 µg Hg/l Blut bzw. 20 µg Hg/l Urin [6] und unterhalb der Konzentration, bei der nach WHO möglicherweise schwache Symptome auftreten [47].

### 5 Quecksilberdampf-Messungen

Eine besondere Exposition durch Quecksilber beim Entfernen von Amalgam-Füllungen kann durch die Messung des dabei entstehenden Quecksilberdampfes ermittelt werden. Eine Vielzahl solcher Untersuchungen wurden angestellt. Solche Messungen können sowohl *in vitro*, d. h. am Phantom oder in speziellen Boxen, erfolgen oder *in vivo* direkt am Patienten; letztere wurden in der Mundhöhle oder in unterschiedlicher Entfernung dazu durchgeführt. Der Übergang von der auf den Patienten bezogenen Messung (im Extremfall intraoral) bis hin zur Inspirationszone des beteiligten zahnärztlichen Personals ist fließend. Daher soll im Folgenden beides, Expirationsluft des Patienten und Inspirationsluft des zahnärztlichen Personals, zusammen dargestellt werden.

Haikel et al. [13] fanden an 10 Patienten bei der Entfernung kleiner Füllungen nach intraoraler Messung  $105 \pm 31$  µg Hg/m<sup>3</sup>, bei größeren  $250 \pm 104$  µg Hg/m<sup>3</sup> in der Expirationsluft des Patienten. Dabei wurden jedoch die Füllungen nicht in größeren Teilen entfernt, sondern fein zerspart. Detaillierte Angaben zur Wasserkühlung fehlen, eine Nebelabsaugung wurde nicht verwendet.

Ebenfalls intraoral bestimmte Mayer [21] die Quecksilberdampf-Konzentration und fand bei hochtourigem Entfernen von Amalgam mit Spray  $0,73$  mg Hg/m<sup>3</sup>, ohne Spray mehr als  $1$  mg Hg/m<sup>3</sup> Luft. Allerdings liegen in dem Bericht aus dem Jahr 1968 keine Angaben darüber vor, ob mit Nebelabsaugung und Speichelsauger – beides reduziert nach heutigem Kenntnisstand die Quecksilberkonzentration erheblich [5, 32, 34, 35] – gearbeitet und welches Amalgam verwendet wurde. Daher sind die Ergeb-

nisse nur sehr schwer mit denen anderer Arbeiten zu vergleichen. Die Bedeutung der Verwendung von Wasserspray beim Entfernen von Amalgam-Füllungen konnte jedoch bereits damals deutlich gezeigt werden.

Reinhardt et al. [34] fanden in In-vitro-Untersuchungen, daß Wasserkühlung beim Entfernen von Amalgam-Füllungen den Quecksilberdampf um den Faktor 6 verringerte. Mit Wasserkühlung lag der gemessene Wert bei  $0,11 \text{ mg Hg/m}^3$  Luft. In unmittelbarer Nähe (15 cm von der Amalgam-Füllung entfernt) wurden Werte von  $0,21 \text{ mg Hg/m}^3$  Luft gemessen.

In der gesamten Expirationsluft von Patienten, denen Amalgam-Füllungen entfernt worden waren, ermittelten Reinhardt et al. [33] einen maximalen Wert von  $11,3 \text{ µg Hg/m}^3$  Luft beim Entfernen von Amalgam-Füllungen ohne Wasserkühlung; mit Wasserkühlung lag der maximale Wert bei  $4,2 \text{ µg Hg/m}^3$  Luft. Insgesamt waren die Erhöhungen eher gering und dauerten nur ungefähr 10 Minuten.

Engle et al. [9] konnten in einem Modellversuch *in vitro* zeigen, daß beim Entfernen von Amalgam unter Wasserspray und Nebelabsaugung 2,5mal soviel Quecksilberdampf entsteht wie beim Legen einer Amalgam-Füllung. Beim Entfernen einer einflächigen Amalgam-Füllung wird ca.  $15 - 20 \text{ µg}$  Quecksilberdampf freigesetzt. Läßt man allerdings die Vakuumabsaugung ca. eine Minute über den Zeitraum der Entfernung hinaus laufen, so wird dieser Wert um 90% reduziert.

Brune et al. [5] ermittelten, daß die STEL für Hg und Silber um das 10fache überschritten wurde, wenn kein Wasserspray verwendet wurde. Mit Wasserspray betrug die Quecksilberdampf-Konzentration  $0,015 \text{ mg Hg/m}^3$  Luft. Durch regelmäßiges Lüften des Arbeitsraumes wurde die Konzentration noch weiter reduziert. Unter identischen Versuchsbedingungen konnte kein Unterschied in der Quecksilberdampf-Konzentration zwischen Hartmetall- und diamantierten Instrumenten ermittelt werden [5].

Richards und Warren [35] haben den Quecksilberdampf in der Inspirationsluft des Zahnarztes gemessen. Ihre Daten belegen, daß hochoffenes Entfernen von Amalgam-Füllungen ohne Wasserspray in der Atemzone des Zahnarztes zu einer Erhöhung der Quecksilberdampf-Konzentration führt, die weit über  $1,0 \text{ mg/m}^3$  Luft (max. Meßgröße des verwendeten Instrumentes) liegt; hohe Quecksilberwerte fanden sich auch in der Expirationsluft des Zahnarztes ( $0,19 \text{ mg/m}^3$ ). Wenn mit Wasserkühlung gearbeitet wurde, erhöhte sich die Quecksilberdampf-Konzentration in der Atemzone des Zahnarztes auf  $0,1 - 0,46 \text{ mg/m}^3$ , in der Expirationsluft konnte kein Quecksilber mehr nachgewiesen werden. Mit Wasserkühlung und Vakuumabsaugung lag der Wert maximal bei  $0,1 \text{ mg/m}^3$  Luft, in der Expirationsluft des Zahnarztes wurde kein Quecksilber nachgewiesen.

In allen Fällen wurden innerhalb von 1 - 2 Minuten nach der Entfernung der Amalgam-Füllung Werte wie vor der Behandlung ermittelt.

Powell et al. [31] bestimmten die Quecksilberkonzentration in der Inspirationszone des zahnärztlichen Personals. Ein üblicher Mund/Nasen-Schutz wurde vor das Aufnahmeteil des Meßgerätes plaziert. Es wurde kein signifikanter Unterschied in der Quecksilberkonzentration beim Legen und beim Entfernen einer Amalgam-Füllung gefunden und in keinem Fall überschritt die Quecksilberkonzentration den Grenzwert von  $50 \text{ µg Hg/m}^3$  Luft. Deshalb empfehlen die Autoren, daß zahnärztliches Personal (auch) beim Entfernen von Amalgam-Füllungen einen Mund/Nasen-Schutz tragen sollte. Mayer [24] fand in der Inspirationsluft des Zahnarztes zwischen  $0,027$  bis  $0,060 \text{ mg Hg/m}^3$  Luft. Ferracane et al. [11] konnten nachweisen, daß während des Entfernens von Amalgam-Füllungen unter Nebelabsaugung und Wasserspray die Quecksilberdampfkonzentration in der Atemzone von Behandler und Patient erhöht war. Dies dauerte

jedoch weniger als eine Minute an. Die mittleren Konzentrationen in der Atemzone des Patienten betragen  $45 \text{ µg Hg/m}^3$  Luft. Die Autoren schlossen daraus, daß die Quecksilberexposition für Patienten und zahnärztliches Personal beim Entfernen von Amalgam-Füllungen sogar bei schlechter Ventilation der Praxisräume gering und nur sehr kurzzeitig sei.

In einer Untersuchung am Phantom zur Inhalation von Amalgam-Partikeln während des Entfernens von Amalgam-Füllungen wird berichtet, daß auch mit Wasserspray und Nebelabsaugung das beteiligte zahnärztliche Personal Amalgam-Partikel inhaliert. Daher wird das Tragen eines Mund/Nasen-Schutzes empfohlen [27]. In dieser In-vitro-Untersuchung wird auch ausgeführt, daß durch Anlegen von Kofferdam die Exposition gegenüber Amalgampartikeln für den Patienten weiter verringert werden kann.

Beim Entfernen von Amalgam-Füllungen muß man von einer kurzen Expositionszeit für den Patienten ausgehen. Die Grenzwerte der Kurzzeitexposition (STEL) werden mit Wasserkühlung und Nebelabsaugung nicht annähernd erreicht [5, 32, 34, 35].

Für zahnärztliches Personal gilt, daß im Einzelfall der MAK/TLV-Wert überschritten werden kann, dies ist auch mehrmals am Tag möglich, insgesamt wird der MAK/TLV-Wert über die vorgegebene Zeit (8 Stunden/5 Tage pro Woche) bei weitem nicht erreicht, wie oben ausgeführt wurde. Ergänzend hierzu ist die - gegenüber Normalwerten - zwar erhöhte, aber insgesamt unbedenkliche und deutlich unter dem Grenzwert liegende Urin- und Blut-Konzentration von Quecksilber bei zahnärztlichem Personal zu sehen.

## 6 Kasuistiken

Von manchen Patienten wird eine Vielzahl von Symptomen im Zusammenhang mit der vollständigen Entfernung von Amalgam-Füllungen angegeben: Müdigkeit, Kopfschmerzen, Muskelschmerzen, allgemeine Indispositionen etc.. Die Ätiologie dieser Symptome ist jedoch unklar und bislang gibt es keine wissenschaftlichen Studien, die einen Zusammenhang zwischen diesen Beschwerden und dem Entfernen von Amalgam-Füllungen zeigen konnten [43].

Feurman beschreibt einen Fall einer rezidivierenden Kontaktdermatitis nach dem Entfernen von Amalgam [12]. Bolewska et al. [4] berichten über einen Patienten mit einer sehr seltenen Manifestation einer akuten allergischen Reaktion (Typ I) auf Quecksilber während der Entfernung einer Amalgam-Füllung. Quecksilberdampf, der während des Legens und Entfernens von Amalgam-Füllungen freigesetzt wird, könnte theoretisch bei hochsensiblen Patienten Quecksilberexantheme verursachen. Allgemeine Symptome als Folge von Hypersensibilitätsreaktionen vom Typ IV sind jedoch äußerst selten (Übersicht bei Holmstrup [15]). Auch bei zahnärztlichem Personal sind allergische Reaktionen gegenüber Quecksilber extrem selten [18].

## 7 Empfohlene Medikamente bei der Entfernung von Amalgam-Füllungen [43]

Zellbiologische Untersuchungen und Tierstudien haben Aufschluß über eine Wechselwirkung von verschiedenen Antioxidantien bei experimenteller Schwermetallbelastung ergeben. Untersuchungen über Selen und Vitamin E sind ebenfalls verfügbar. Die Ergebnisse dieser Studien können jedoch nicht unkritisch auf den Patienten übertragen werden.

Eine Literaturdurchsicht [43] zeigt keine prospektive, kontrollierte Studie über ein Arzneimittel oder ein Antioxidans, bei der die Wirkung dieser Substanz mit der Quecksilber-Exposition

während des Entfernens von Amalgam-Füllungen in Zusammenhang gebracht werden konnte. Somit gibt es bis heute keine wissenschaftliche Grundlage dafür, daß Antioxidantien und Vitamin A vermeintliche Folgen beim Legen oder Entfernen von Amalgam-Füllungen vermeiden helfen. Die Behauptung, daß gewisse Antioxidantien keine Nebenwirkungen haben und deshalb einfach und sicher am Patienten angewendet werden können, entbehrt – bei nur geringer Unterstützung durch Zellkultur- und Tierstudien – bis heute jeder wissenschaftlichen Grundlage [43].

## 8 Klinische Empfehlungen

In der Literatur werden neben allgemeinen Maßnahmen u. a. zur Infektionsprophylaxe (z. B. Tragen von Mund/Nasen-Schutz und Schutzbrille) weitere Empfehlungen angegeben, um die Quecksilberexposition für Patient und zahnärztliches Personal beim Entfernen von Amalgam-Füllungen zu minimieren.

- Nebelabsauger und Wasserspraykühlung müssen während des Entfernens von Amalgam verwendet werden; dies führt zu einer deutlichen Reduktion von Quecksilber in der Mundhöhle.
- Amalgam-Restaurationen sollten als möglichst große Fragmente entfernt und nicht vollständig zerspannt werden.
- Die Bedeutung von Kofferdam während des Entfernens von Amalgam-Füllungen wurde noch nicht hinreichend dokumentiert [43], Kofferdam könnte zu einer Verringerung der Aufnahme von Amalgam-Partikeln beitragen [27], allerdings ist ungeklärt, ob die Quecksilber-Dampfbildung am Patienten reduziert wird.

Von Gegnern einer Amalgamtherapie wurde empfohlen [43], daß nur eine Amalgam-Füllung innerhalb eines Zeitraumes von 6 Wochen entfernt werden soll. Eine Literaturübersicht [43] dazu hat ergeben, daß es keine wissenschaftliche Untermauerung für diese Empfehlung gibt. Das bedeutet, daß die obige Empfehlung unbegründet ist. Die Entfernung von Amalgam-Füllungen in 6-Wochen-Intervallen mag die Belastung des Körpers mit Quecksilber gering halten. Die biologischen Wirkungen und die Kinetik einer Exposition gegenüber geringen Quecksilbermengen muß aber weiter geklärt werden, bevor ggf. entsprechende Empfehlungen (z. B. Medikation zur Vermeidung möglicher Nebenwirkungen) gegeben werden können [43].

## Summary

During the removal of amalgam fillings the patient as well as the dental staff may be exposed to mercury vapour. However, it has been reported that the mercury concentrations generated are below the officially accepted threshold limit values and below the limits causing toxic effects according to the literature. Water spray cooling and vacuum suction during amalgam removal dramatically reduce the evaporation of Hg to levels far below the WHO threshold limit value for short term exposure (STEL). Dental personnel shows slightly elevated Hg-levels in blood, urine and in some organs compared to the general population. However, the levels are far below the corresponding limit values, and surveys of dental staff health status, including a. o. sensitive measures such as fertility disorders, did not reveal any increased risk of mercury-related toxic effects. Temporarily elevated Hg-levels in blood and urine have been demonstrated in patients during and after amalgam removal. The levels observed were significantly below concentration levels known to be associated with toxic effects and were reported to decrease within a few days up to 1 month. Patient histories with unspecific symptoms could not be related to Hg exposure during amalgam re-

moval in the scientific literature except in rare cases of amalgam allergy. The use of drugs in the course of amalgam removal is not supported by scientific data. On the basis of the current scientific literature it can be concluded that: if the usual recommendations (water spray coolant, high vacuum suction, amalgam removal in fragments) are followed, no health risk can be assumed for the patient or the dental personnel with the exception of rare cases of an allergy to amalgam.

## Literatur

1. Amdur, M. O., Doull, J., Klaassen, C. D.: Toxicology. 4. Aufl. Pergamon Press, New York 1991.
2. Begerow, J., Zander, D., Freier, I., Dunemann, L.: Long-term mercury excretion in urine after removal of amalgam fillings. *Int Arch Occup Environ Health* 66, 209 (1994).
3. Berglund, A.: Estimation by a 24-hour study of the daily dose of intra-oral mercury vapor inhaled after release from dental amalgam. *J Dent Res* 69, 1646 (1990).
4. Bolewska, J.: Acute allergic reaction to mercury during removal of a silver amalgam filling to mercury: a case report (In Danish, with an English summary). *Tandlaegebladet* 14, 627 (1986).
5. Brune, D., Hensten-Petersen, A., Beliesbrette, H.: Exposure to mercury and silver during removal of amalgam restorations. *Scand J Dent Res* 88, 460 (1980).
6. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte: Bescheid zum Amalgam-Stufenplanverfahren vom 31. 3. 1995. Berlin 1995.
7. Curright, D. E., Miller, R. A., Bairstone, G. G., Millikan, L. J.: Systemic mercury levels caused by inhaling mist during high-speed amalgam grinding. *J Oral Med* 28, 100 (1973).
8. Deutsche Forschungsgemeinschaft: Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstoffklärungswerte. Verlag Chemie, Weinheim 1983.
9. Engle, J. H., Ferracane, J. L., Wichman, J., Okabe, T.: Quantitation of total mercury vapor released during dental procedures. *Dent Mater* 8, 176 (1992).
10. Ericson, A., Källén, B.: Pregnancy outcome in women working as dentists, dental assistants or dental technicians. *Int Arch Occup Environ Health* 61, 329 (1989).
11. Ferracane, J. L., Engle, J. H., Okabe, T., Mitchem, J. C.: Reduction in operator mercury levels after contamination or amalgam removal. *Am J Dent* 7, 103 (1994).
12. Feuerman, E. J.: Recurrent contact dermatitis caused by mercury in amalgam dental fillings. *Int J Dermatol* 14, 657 (1975).
13. Haikel, Y., Gasser, P., Salek, P., Voegel, J. C.: Exposure to mercury vapor during setting, removing, and polishing amalgam restorations. *J Biomed Mater Res* 24, 1551 (1990).
14. Hamm, M.: Untersuchungen über die Quecksilber-Konzentrationen in der Raumluft, im Blut; und im Urin bei zahnärztlicher Tätigkeit in Klinik und freier Praxis. *Med Diss., München* 1982.
15. Holmstrup, P.: Oral mucosa and skin reactions related to amalgam. *Adv Dent Res* 6, 120 (1992).
16. Hörsted-Bindslev, P., Magos, L., Holmstrup, P., Arenholt-Bindslev, D.: Amalgam – eine Gefahr für die Gesundheit? Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1993.
17. Jokstad, A.: Mercury excretion and occupational exposure of dental personnel. *Community Dent Oral Epidemiol* 18, 143 (1990).
18. Kanerva, L., Komulainen, M., Estlander, T., Jolanki, R.: Occupational allergic contact dermatitis from mercury. *Contact Dermatitis* 28, 26 (1993).
19. Kröncke, A., Ott, K., Petschelt, A.: Über die Quecksilberkonzentrationen in Blut und Urin von Personen mit und ohne Amalgamfüllungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 35, 803 (1980).
20. Langworth, S., Rojdmarm, S., Akesson, A.: Normal pituitary hormone response to thyrotrophin releasing hormone in dental personnel exposed to mercury. *Swed Dent J* 14, 101 (1990).
21. Mayer, R.: Quecksilberdampfmessungen beim Ausbohren von Amalgamfüllungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 23, 191 (1968).
22. Mayer, R.: Gesundheitliche Gefahren durch Quecksilber bzw. dessen Legierung mit Metallen (Amalgame). In: Eichner, K. (Hrsg.): Zahnärztliche Werkstoffkunde. Hüthig, Heidelberg 1974.
23. Mayer, R.: Arbeitshygienische Untersuchungen bei der Verarbeitung von Silber-Zinn-Quecksilberlegierungen in der Mundhöhle. *Dtsch Zahnärztl Z* 30, 246 (1975).
24. Mayer, R.: Arbeitshygienische Untersuchungen bei der Verarbeitung von Silber-Zinn-Quecksilberlegierungen am zahnärztlichen Arbeitsplatz. *Dtsch Zahnärztl Z* 30, 181 (1975).

25. *Molin, M., Bergman, B., Marklund, S. L., Schütz, A., Skefving, S.*: Mercury, selenium, and glutathione peroxidase before and after amalgam removal in man. *Acta Odontol Scand* 48, 189 (1990).
26. *Naleway, C., Sakaguchi, R., Mitchell, E., Müller, T., Auer, W. A.*: Urinary mercury levels in US dentists, 1975-1983: Review of Health Assessment Program. *J Am Dent Assoc* 111, 37 (1985).
27. *Nimmo, A., Werley, M. S., Martin, J. S., Tansy, M. F.*: Particulate inhalation during the removal of amalgam restorations. *J Prosthet Dent* 63, 228 (1990).
28. *Nixon, G. S., Whittle, C. A., Woodfin, A.*: Mercury levels in dental personnel. *Brit Dent J* 151, 149 (1981).
29. *Nylander, M.*: Mercury in pituitary glands of dentists. *The Lancet* 22, 442 (1986).
30. *Nylander, M., Friberg, L., Eggleston, D., Björkman, L.*: Mercury accumulation in tissues from dental staff and controls in relation to exposure. *Swed Dent J* 13, 235 (1989).
31. *Powell, L. V., Johnson, G. H., Yashar, M., Bales, D. J.*: Mercury vapor release during insertion and removal of dental amalgam. *Oper Dent* 19, 70 (1994).
32. *Pulsmeier, R., Ott, K. H. R.*: Quecksilberkonzentrationen beim Legen von Amalgamfüllungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 45, 233 (1990).
33. *Reinhardt, J. W., Boyer, D. B., Sware, C. W., Frank, C. W., Cox, R. D., Gay, D. D.*: Exhaled mercury following removal and insertion of amalgam restorations. *J Prosthet Dent* 49, 652 (1983).
34. *Reinhardt, J. W., Chan, K. C., Schulein, T. M.*: Mercury vaporization during amalgam removal. *J Prosthet Dent* 50, 62 (1983).
35. *Richards, J. M., Warren, P. J.*: Mercury Vapour Released during the Removal of Old Amalgam Restorations. *Br Dent J* 159, 231 (1985).
36. *Rowland, A. S., Baird, D. D., Weinberg, C. R., Shore, D. L., Shy, C. M., Wilcox, A. J.*: The effect of occupational exposure to mercury vapour on the fertility of female dental assistants. *Occupational Environmental Medicine* 51, 28 (1994).
37. *Schaller, K. H., Schiele, R., Valentin, H.*: Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte: Quecksilber, metallische und anorganische Quecksilberverbindungen. Arbeitsgruppe »Grenzwerte in biologischem Material« der Senatskommission der DFG zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Verlag Chemie, Weinheim, 3. Lieferung, Nov. 1986, Bd. 1.
38. *Schaller, K. H., Breininger, M., Schiele, R., Schierling, P.*: Der Quecksilberspiegel für Blut und Urin bei Normalpersonen. *Ärzt Lab* 29, 325 (1983).
39. *Smetana, R., Meisinger, V., Sperr, W., Jahn, O.*: Quecksilberkonzentrationen im Blut bei Zahnärzten, zahnärztlichem Hilfspersonal und Probanden mit Amalgamfüllungen. *Zbl Arbeitsmed* 35, 232 (1985).
40. *Snapp, K. R., Boyer, D. B., Peterson, L. C., Sware, C. W.*: The Contribution of Dental Amalgam to Mercury in Blood. *J Dent Res* 68, 780 (1989).
41. *Sundby, J., Dahl, J. E.*: Are women in the workplace less fertile than women who are not employed? *J Womens's Health* 3, 65 (1994).
42. *Sware, C. W., Peterson, L. C., Reinhardt, J. W., Boyer, D. B., Frank, C. W., Gay, D. D., Cox, R. D.*: The effect of dental amalgams on mercury levels in expired air. *J Dent Res* 60, 1668 (1981).
43. *Swedish National Board of Health and Welfare*: Blir man sjuk av amalgam? Stockholm 1994.
44. *Wirtz, J., Valentin, H.*: Quecksilberdämpfe in der Zahnarztpraxis. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 95, 261 (1985).
45. *Wolke, B.*: Zur Aussagekraft der Quecksilberkonzentration im Ham von Zahnärzten und deren Personal für die Quecksilberbelastung am Arbeitsplatz. *Med Diss, Göttingen* 1981.
46. *World Health Organization*: Recommended health-based limits in occupational exposure to heavy metals. In: *World Health Organization, Technical Report Series* 647, Geneva 1980.
47. *World Health Organization*: Inorganic Mercury. *Environmental Health Criteria* 118. In: *World Health Organization, Geneva* 1991.

Korrespondenzadresse:  
 Prof. Dr. Gottfried Schmalz  
 Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie  
 Universität Regensburg, D-93042 Regensburg

(11720)