Grundlagen der Prävention

GP 4

Ausgabe Juli 2004

Quecksilber in ahnarztpraxen

bGw
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege

Impressum

Herausgeber: Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW), Pappelallee 35/37, 22089 Hamburg, Telefon: (040) 20 207 - 0, Fax: (040) 20 207 - 525

Verfasser: Dr. rer. nat. Gabriele Halsen, Dr.-Ing. Udo Eickmann, Dipl.-Ing. Wolfgang Wegscheider, BGW Köln, Bereich Gefahrstoffe, Telefon: (0221) 37 72 - 500, Fax: (0221) 37 72 - 510

Satz und Layout: Andreas Dude Kommunikationsdesign, Hamburg

Druck: Hausdruckerei BGW

Bestellnummer: GP 4 (Ausgabe Juli 2004)

Diese Schrift ist auf 100% Altpapier gedruckt.

Grundlagen der Prävention

Quecksilber in Zahnarztpraxen

GP 4 (Bestellnummer)
Ausgabe Juli 2004

bgw
Berufsgenossenschaft
für Gesundheitsdienst
und Wohlfahrtspflege

Inhalt

1. **Einleitung** 5

2. **Anwendung und Zubereitung von Amalgam** 5
2.1 Produkte 6
2.2 Arbeitstechniken 6

3. **Chemische und physikalische Eigenschaften von Quecksilber** 8

4 **Arbeitsplatzbewertung – inhalative und dermale Aufnahme von Quecksilber** 8
4.1 Grenzwerte 8
4.2 Messverfahren zur Ermittlung der Quecksilberkonzentration in der Luft 9
4.3 Literaturauswertung zur inhalativen Aufnahme 9
4.4 Messungen der BGW 1996 12
4.5 Hautkontakt mit Quecksilber 13
4.6 Biologisches Monitoring 13

5. **Maßnahmen zur Minimierung der Belastung** 15

6. **Exemplarische Betriebsanweisung** 16

7. **Quellenverzeichnis** 16

1 Einleitung

Die breite öffentliche Diskussion in den vergangenen Jahren über eine mögliche gesundheitliche Schädigung durch Quecksilber aus Amalgamfüllungen hat nicht nur bei Patienten, sondern auch beim zahnärztlichen Personal Unsicherheit hervorgerufen. Im zahnärztlichen Bereich Tätige sind ohne Zweifel beim Umgang mit Amalgam einer Quecksilberbelastung ausgesetzt. Die Belastung kommt dadurch zustande, dass Quecksilber, z. B. beim Zubereiten von Amalgamportionen verdampft und in Form von Aerosol, z. B. beim Ausbohren, freigesetzt wird.

Zum Schutz der Beschäftigten wurde von den Unfallversicherungsträgern und dem Gesetzgeber festgelegt, dass der Unternehmer für Arbeitsplätze, an denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, eine Gefährdungsermittlung und -beurteilung durchzuführen hat /37,39,42,43/. Hierbei können auch Informationen über vergleichbare Arbeitsplätze genutzt werden. Sie sind in der vorliegenden Schrift für Zahnärzte, aber auch für Sicherheitsfachkräfte oder Betriebsärzte, die keine zahnärztliche Fachkenntnis haben, zusammengestellt. Unter anderem sind dies Ergebnisse aus Literaturauswertungen sowie Ergebnisse von Messungen, die der Messtechnische Dienst der BGW 1996 in Zahnarztpraxen durchführte. Die Schrift schließt mit einer Aufzählung sinnvoller Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Quecksilber.

2 Anwendung und Zubereitung von Amalgam

Amalgame sind Legierungen des Quecksilbers (Hg) mit anderen Metallen. Sie entstehen durch Vermischen einer speziellen Feilung (Legierungspulver) und elementarem Quecksilber zu einer plastischen Masse, die nach kurzer Zeit erhärtet und das Quecksilber dabei als intermetallische Phase einbindet.

Amalgame werden seit rund 150 Jahren in der konservierenden Zahnheilkunde als plastisches Füllmaterial verwendet. Im Laufe der Jahre fanden jedoch in zunehmendem Maße auch andere Füllmaterialien Anwendung. Beispielsweise wurde mit der Einführung zusammengesetzter Kunststoff-Füllungsmaterialien, sogenannter Composita, Amalgam im Frontzahnbereich weitestgehend verdrängt. Im Jahre 1992 sprach das damalige Bundesgesundheitsamt (BGA) erstmalig eine Anwendungsbeschränkung für Amalgam aus. Hiernach durfte Amalgam ausschließlich im Bereich von kautragenden Flächen zum Einsatz kommen. Für den Frontzahnbereich oder auf Zahnflächen, die nicht überwiegend Kaulast zu tragen haben wurde die Verwendung anderer zahnärztlicher Werkstoffe empfohlen /1/. Im April 1995 ordnete das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte weitere Anwendungsbeschränkungen an, z.B. für Patienten mit Nierenfunktionsstörungen, Schwangere und Kleinkinder /31/.

Infolge der allgemein verbesserten Zahnprophylaxe bei den Patienten, weiterentwickelter Alternativfüllungsmaterialien und der immer wieder diskutierten gesundheitlichen Belastung von Patienten durch Amalgamfüllungen, ist der Umfang der Amalgamverarbeitung in den Zahnarztpraxen inzwischen stark rückläufig. Die werkstofflichen Eigenschaften von Amalgam sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch noch unübertroffen. Den Verbrauchsmengen zufolge wurden in den Jahren 1994 und 1995 etwa zu gleichen Teilen Amalgamfüllungen und alternative Füllungen gelegt. Für Kassenpatienten ist Amalgam zurzeit noch das Material für die Regelversorgung. Nach Auskunft der Bundeszahnärztekammer verwendeten 1996/97 etwa 80% der Zahnärzte noch regelmäßig Amalgam. Einer von der BGW durchgeführten stichprobenhaften Befragung von Zahnärzten zufolge wurden im Jahr 1996 in Praxen, die Amalgam verarbeiteten, in den alten Bundesländern etwa 100 - 500 Amalgamfüllungen jährlich gelegt in den neuen Bundesländern war das Aufkommen mit etwa 500 - 1500 Füllungen jährlich erwartungsgemäß höher. Die Zahl der ausgebohrten Füllungen liegt im Bereich von 100 - 1300 pro Jahr. Einige Praxen betreiben inzwischen in größerem Umfang den Austausch von Amalgam gegen Alternativfüllungsmaterialien. Hier werden jährlich bis zu 2500 Füllungen ausgebohrt.

Der Umgang mit Quecksilber im zahnärztlichen Bereich ist durch die in Tabelle 1 zusammengestellten wesentlichen Tätigkeiten gekennzeichnet. Neben den Tätigkeiten ist aufgeführt, wodurch jeweils die Gefahr der Quecksilbereinwirkung entsteht. Das Gefährdungspotential für die Beschäftigten ist dabei abhängig von den in der Praxis gewählten Produkten und Arbeitstechniken, die im folgenden näher beschrieben werden.

Tätigkeiten	Gefahr der Hg-Einwirkung:
• Dosieren von Quecksilber und Feilung • Mischen von Quecksilber und Feilung	Hg-Dampf, Hautkontakt, Verschütten von Quecksilber und damit verbunden Kontamination des Raumes durch Hg-Kügelchen in Spalten und Ritzen, kontaminierte Mischeinrichtungen können eine kontinuierliche Dampfquelle darstellen
• Anreichen der Amalgamportion • Kondensieren und Schnitzen des Amalgams	Quecksilberdampf, Hautkontakt
• Polieren der Amalgamoberfläche • Ausbohren von Amalgamfüllungen	verstärkte Quecksilberdampfbildung aufgrund erhöhter Temperatur, Aerosolbildung
Desinfektion / Reinigung Hg-kontaminierter Instrumente und Geräte	Quecksilberdampf, Hautkontakt
Aufbewahren und Entsorgen von Amalgamabfällen	kontinuierliche Dampfquelle, Hautkontakt, Verschütten

Tabelle 1: Wesentliche Tätigkeiten beim Umgang mit Amalgam

2.1 Produkte

Die Amalgamportion wird durch Mischen von etwa 46-51 Gewichtsprozent Quecksilber mit einem speziellen Legierungspulver hergestellt. Bei Verwendung von Amalgamatoren wird Quecksilber als flüssiges Metall in Schwanenhalsflaschen eingesetzt. Heute werden in der Regel Quecksilber und Legierungspulver bereits vordosiert verwendet, hauptsächlich in Form von Einmalkapseln, die beide Komponenten enthalten. Teils werden Presslinge der Legierung in Tablettenform und in Folie eingeschweißte Quecksilberportionen in mehrfach zu verwendenden Kapseln eingesetzt.

Seit mehreren Jahren werden nur noch Silberamalgame, ab 1992 ausschließlich gamma-2-freie Amalgame, auch Non-gamma-2-Amalgame genannt, verwendet. Die Rahmenzusammensetzung, die in der Informationsschrift des BGA /1/ veröffentlicht ist, gibt die Bandbreite der Zusammensetzung geprüfter gamma-2-freier Amalgame an. Der Hersteller darf hiervon abweichen, sofern keine gesundheitlichen Bedenken bestehen.

Rahmenzusammensetzung nach BGA /1/:
Silber 40 Gew.-% minimal, Zinn 32 Gew.- % maximal, Kupfer 30 Gew.-% maximal, Zink 2 Gew.-% maximal, Quecksilber 3 Gew.-% maximal.

Exemplarische Produktzusammensetzungen für gamma-2-freie Amalgame sind:

- „Megalloy" (Firma Dentsply De Trey GmbH, Konstanz):
  56,7 Gew.-% Silber, 28,6 Gew.-% Zinn,
  14,7 Gew.-% Kupfer

- „SDI-Kapselamalgam", Permite C (Firma Southern Dental Industrie GmbH, Köln)
  56 Gew.-% Silber, 27,9 Gew.-% Zinn,
  15,4 Gew.-% Kupfer, 0,5 Gew.-% Indium,
  0,2 Gew.-% Zink

2.2 Arbeitstechniken

Die Arbeitstechniken in Zahnarztpraxen verbesserten sich u.a. hinsichtlich des Arbeitsschutzes in den letzten Jahrzehnten deutlich: Seit etwa 1971-1976 sind alle Praxen mit einer effektiven Trockenabsaugung ausgerüstet, so dass beim Ausbohren Quecksilberdämpfe und -aerosole direkt am Zahn mittels Kanüle abgesaugt werden. Der überwiegende Teil der ostdeutschen Praxen war erst ab 1990 mit ähnlich effektiven Absaugsystemen ausgestattet, davor wurden zum Teil selbstkonstruierte Anlagen mit unterschiedlicher Absaugleistung eingesetzt. Viele Praxen arbeiteten nur mit Speichelabsaugung. Seit ca. 1990 werden in vielen Praxen zum Schutz vor Infektionen bei allen üblichen zahnärztlichen Tätigkeiten Handschuhe, häufig auch Mundschutz getragen. Gelegentlich werden darüber hinaus Brille oder Gesichtsschutz verwendet, letzterer insbesondere beim Ausbohren zum Schutz vor Verletzungen durch abplatzende Zahnteilchen. Die Behandlungsräume sind im allgemeinen über Fenster zu lüften, die Fußböden wischbar und fugenlos.

Im folgenden sind die Arbeitstechniken im Umgang mit Quecksilber detailliert zusammengestellt, die etwa ab 1970 bzw. 1980 (heutige neue Bundesländer) in den Praxen überwiegend anzutreffen sind:

Dosieren
Etwa ab 1985 (1993 neue Bundesländer) setzte sich zunehmend die Verwendung vordosierter Einmalkapseln durch. Vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte /1 / werden die Kapseln ausdrücklich propagiert. In den Kapseln befinden sich, voneinander getrennt und fertig portioniert, im oberen Teil Quecksilber und im unteren Teil die Feilung. Neben den Einmalkapseln existieren auch Presslinge der Legierung in Tablettenform und in Folie eingeschweißte Quecksilberportionen. Beide Komponenten werden mit einer Pin-

zette in eine Mehrfachkapsel überfuhrt 11 Kapsel für 50 Portionen) und wie Einmalkapseln weiterbehandelt. In einigen Praxen werden noch Amalgamatoren eingesetzt, die Feilung und Quecksilber sowohl automatisch dosieren als auch vermischen. Der Vorratsbehälter muss nach Bedarf mit flüssigem Quecksilber bzw. mit Feilung gefüllt werden. Obwohl das Einfüllen von Quecksilber mit den üblicherweise verwendeten Schwanenhalsflaschen sauber durchführbar ist, treten im allgemeinen Verunreinigungen an der Einfüllstelle am Tank auf. Gebräuchliche Gerätetypen sind z. B. der Dentomat, früher Non-Zinkomat, und der Duomat von Firma Degussa.

Mischen von Feilung und Quecksilber (Trituration)

Vordosierte Einmalkapseln und Mehrfachkapseln werden in Kapselmischgeräten gemischt. Beispiele für derartige Geräte sind der Silamat, Silamix, Wig-L-Bug, und McShirley-Amalgamator /2, 3/. Der Kontakt zwischen Quecksilber und Feilung wird selbständig beim Mischen durch Zerstörung der trennenden Membran hergestellt. Einige Kapseltypen enthalten ein Pistill. Die Kapseln werden in die Gabel des Mischgerätes eingespannt und maximal 30 Sekunden gemischt. In einigen Praxen sind Amalgamatoren im Einsatz und in den neuen Bundesländern zum Teil solche, die zur parallelen Nutzung als Kapselmischer umgebaut wurden (zumeist vom Hersteller zuvor gereinigt).

Anreichen von Amalgamportionen

Sofern Kapseln verwendet werden, muss zunächst die Membran mittels Spatel auf einer Arbeitsfläche von der Amalgamportion getrennt bzw. das Pistill entfernt werden. Das plastische Amalgam wird in ein kleines Gefäß aus Edelstahl, Glas oder Kunststoff gegeben und dort mit einer Amalgampistole, in der das Amalgam bereits vorkondensiert wird, aufgenommen und angereicht. Vereinzelt wird die Portion auch direkt mit einem Amalgamträger oder -stopfer angereicht. Ein Hautkontakt sowie eine Verunreinigung der Arbeitsfläche ist bei diesen Tätigkeiten möglich.

Kondensieren und Schnitzen des Amalgams

Nach dem Einbringen des Amalgams in das Zahnloch muss verdichtet (kondensiert) und die Oberfläche geformt (geschnitzt) werden. Die schichtweise Kondensation erfolgt im allgemeinen manuell mit Stopfern. Die Absaugung wird eingesetzt, sofern Amalgampartikel aus dem Mund des Patienten entfernt werden müssen und sofern der Einsatz arbeitstechnisch möglich ist. Überschüssiges Quecksilber wird beim Kondensieren heute nicht mehr herausgedrückt, da die Dosierung der Amalgamportion inzwischen sehr exakt ist. Das Kondensieren und Schnitzen schließt den Vorgang des Legens von Füllungen (Dosieren, Mischen, Anreichen), der insgesamt etwa 3-4 Minuten in Anspruch nimmt, ab.

Polieren von Amalgamfüllungen

Polierer werden im allgemeinen mit niedrigen Drehzahlen, geringer Anpresskraft und mit Wasserspraykühlung betrieben, um das Auftreten von Reibungswärme zu vermeiden. Die geschnitzte Füllung wird zunächst mit einem sogenannten Finierer vorbehandelt (Drehzahl ~ 15-18000 min^{-1}) und anschließend mit Gummipolierern unterschiedlicher Körnung (Drehzahl ~5000 min^{-1}) poliert. Bis auf wenige Ausnahmen wird beim Polieren abgesaugt. Die Dauer eines Poliervorganges liegt bei ca. 1 Minute.

Ausbohren von Amalgamfüllungen

Füllungen werden in der Regel mit Turbinenbohrern (200 000 300 000 U/min), teils mit etwas langsamer drehenden elektrogetriebenen Winkelstücken (etwa 160000 U/min) oder vereinzelt mit Schnelllaufbohrern (10000-30000 U/min) ausgebohrt. Dabei werden Wassersprayküh1ung sowie Absaugung am Zahn und Speichelabsaugung parallel eingesetzt. Die Entfernung einer Amalgamfüllung inklusive Nacharbeit (z. B. das Entfernen von Karies) dauert ca. 2 Minuten. Um die Belastung der Patienten zu minimieren, wird in den letzten 5 Jahren vermehrt mit Kofferdam gearbeitet. Es handelt sich hierbei um eine perforierte Latexmembran, die über die Mundhöhle gespannt wird und den zu behandelnden Zahn dicht gegen die Mundhöhle abschließt.

Aufbewahren und Entsorgen von Amalgamresten

Die Entsorgung von Quecksilberabfällen ist bei der überwiegenden Zahl der Praxen über Hersteller oder einen Entsorgungsbetrieb geregelt. Überschussamalgam und andere feste Quecksilberabfälle wie Zähne oder Inhalte von Sieben werden fast ausschließlich in Behältern unter Wasser oder Fixiersalzlösung aufbewahrt. Die Behälter sind teils dicht verschlossen, teils befindet sich eine Öffnung im Deckel, die ein servicefreundliches Einbringen der Abfälle ermöglichen soll. Leere Amalgamkapseln werden meist nach Gebrauch verschlossen und trocken in geschlossenen, teils auch offenen Behältern gesammelt. Sofern Kapseln mit Stößeln verwendet werden, werden diese bei der Entsorgung in der leeren Kapsel mit eingeschlossen. Einige Praxen verwenden spezielle Sammelbehälter, die im Deckel ein Absorbens enthalten (z.B. CAP-Sammelbehälter, Firma Vivadent). Die Sammelbehälter für Quecksilberabfälle befinden sich in den Behandlungsräumen meist in Schränken, sonst in gesonderten Räumen. Seit 1990 muss Abwasser von Behandlungsplätzen über einen Amalgamabscheider mit mindestens 95%igem Wirkungsgrad abgeleitet werden. Der Zustand des Abscheiders muss alle 5 Jahre durch einen Sachkundigen überprüft werden /4/. Nach Aussage der Bundeszahnärztekammer sind die Praxen heute flächendeckend mit Amalgamabscheidern aus gestattet. Der durch Zentrifugation abgetrennte Amalgamschlamm wird in einem Auffangbehälter gesammelt. Dieser wird bei dem mehrfach jährlich fälligen Wechsel entweder direkt dicht verschlossen und an einen Entsorgungsbetrieb gegeben oder zwecks Kosteneinsparung vor der Entsorgung mit aufgelegtem Deckel bis zur vollständigen Auffüllung aufbewahrt. Darüber hinaus müssen einige Filter und Siebe von Amalgamabscheidern und Absauganlagen, die Amalgampartikel enthalten können, nach den Angaben des Herstellers in gewissen Zeitabständen gereinigt werden. In Abhängigkeit vom Gerätetyp können dies Grobteilefilter am Mundspülbecken (etwa 1-2 x jährlich entleeren, auswaschen), Schwerteilesammler und Tropfwanne (1-2 x jährlich entleeren) oder Filter an der Selektivablage (1 x wöchentlich wechseln) sein.

Desinfektion und Reinigung quecksilberkontaminierter Instrumente und Geräte

Potentiell quecksilberkontaminierte Instrumente werden wie andere Instrumente desinfiziert und gereinigt. Durch die verbesserten Dosiertechniken befinden sich im allgemeinen jedoch fast keine Quecksilberreste mehr an den Instrumenten. Die Kapselmischgeräte müssen nicht gereinigt werden. Dafür kommt seit Einführung der Amalgamabscheider etwa 1990 die regelmäßige bzw. bedarfsweise Reinigung der Amalgamabscheidetöpfe hinzu. Letztere wird teilweise sehr aufwendig mit Bürsten etc. betrieben. Wie wichtig die Hygiene und die Vermeidung von Amalgamverunreinigungen sind, haben Untersuchungen der BGW an Dampf-Kleinsterilisatoren gezeigt. Je nach Bauart der Geräte konnten hier Quecksilberemissionen nachgewiesen werden /36/.

3 Chemische und physikalische Eigenschaften von Quecksilber

Quecksilber ist ein bereits bei Raumtemperatur flüssiges, schweres Metall. Seine Eigenschaft, schon bei Raumtemperatur mit vielen Metallen Legierungen, sogenannte Amalgame, zu bilden, macht man sich bei der Anwendung im zahnärztlichen Bereich zunutze. Im Unterschied zu den übrigen metallischen Amalgamkomponenten wie Silber, Zinn, Zink, Kupfer, deren Dampfdruck bei Raumtemperatur kaum messbar ist - der Dampfdruck von Kupfer beträgt z.B. bei 810°C = 7,05 x 10^{-7} mbar - stellt sich bei Quecksilber in einem geschlossenen Behälter und bei 20° C ein Gleichgewichtsdampfdruck von 0,0016 mbar ein. Der Dampfdruck ist von der Temperatur abhängig und steigt mit dieser an. Quecksilber ist eine hochsiedende Flüssigkeit mit vergleichsweise niedrigem Dampfdruck. Zur Einordnung seien die Dampfdrücke folgender Flüssigkeiten bei 20° C genannt: Ether: 585 mbar, Wasser: 23 mbar, Anilin: 0,4 mbar. Infolge seiner hohen Oberflächenspannung bildet Quecksilber bevorzugt Kugeln, die sich z.B. beim Verschütten sehr leicht im Raum verteilen können. Quecksilber ist in Wasser und Salzlösungen nur gering löslich. Die Flüchtigkeit von metallischem Quecksilber ist im Amalgam deutlich reduziert. Heute gebräuchliche gamma-2-freie Amalgame binden sehr schnell ab und setzen dabei noch weniger Quecksilber frei als frühere Standardamalgame /5/. Einige wesentliche Quecksilberdaten sind nachfolgend aufgeführt:

Molekulargewicht: 201 g/mol
Schmelzpunkt: - 38,9 °C
Siedepunkt: 356,7 °C (einatomiger Dampf) bei 1013 mbar
Dichte: 13,5 g/ cm^3
Dampfdruck bei 20 °C: 0,0016 mbar
Dampfdruck bei 30 °C: 0,0073 mbar
Dampfdruck bei 50 °C: 0,0169 mbar
Dampfsättigungskonzentration bei 20 °C: 0,013 g/m^3
Dampfsättigungskonzentration bei 30 °C: 0,03 g/ m^3
Dampfsättigungskonzentration bei 50 °C: 0,13 g/ m^3
Konzentration einer mit Quecksilberdampf gesättigten Atmosphäre bei 20 °C: 14 mg/m^3

4 Arbeitsplatzbewertung - inhalative und dermale Aufnahme von Quecksilber

Es sei hier vorangestellt, dass der Mensch auch außerhalb einer beruflichen Exposition einer Quecksilberbelastung ausgesetzt ist. Neben der Belastung durch eigene Zahnfüllungen und die Aufnahme quecksilberhaltiger Nahrungsmittel ist der Mensch Hg-Immissionen bedingt durch Vulkanismus, Verwitterung oder Industrieemissionen ausgesetzt /6/. Die allgemeine Quecksilberbelastung der Luft beträgt etwa 10 bis 20 ng/m^3 /7, 8/. Mit der Nahrung und über die Atemluft werden täglich etwa 20 µg Quecksilber aufgenommen /9/.

4.1 Grenzwerte

Quecksilberdämpfe sind giftig. Es besteht die Gefahr einer kumulativen Wirkung. Auf der Basis arbeitsmedizinischer Bewertungen ist für Quecksilber eine maximale Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz (MAK) von 100 µg Hg/m^3 festgelegt worden. Hierbei wird eine tägliche Belastungszeit des Beschäftigten von 8 Stunden berücksichtigt. Da im allgemeinen zeitlich wechselnde Belastungen in der Raumluft auftreten, ist die maximale Arbeitsplatzkonzentration als Schichtmittelwert definiert. Bei Einhaltung dieses Grenzwertes kann davon aus gegangen werden, dass keine gesundheitliche Schädigung des Beschäftigten auftritt. Zusätzlich existiert ein Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert (BAT) für Quecksilber. BAT-Werte sind Grenzwerte im Harn und/oder Blut. Sie zeigen die tatsächliche Beanspruchung des Einzelnen durch gefährliche Stoffe. Auch eine Aufnahme über die Haut wird berücksichtigt.

Luftgrenzwert für Quecksilber am Arbeitsplatz nach TRGS 900 /40/:
Schichtmittelwert (MAK): 100 µg Hg/m^3
Kurzzeitwert bis September 1996: 1000 µg Hg/m^3 als Mittelwert über 30 Minuten, 1 x pro Schicht
Kurzzeitwert ab Oktober 1996: 400 µg Hg/m^3 als 15 Minuten-Mittelwert, maximal 1 Stunde pro Schicht
Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert für metallisches Quecksilber und anorganische Quecksilberverbindungen nach TRGS 903 Stand 1/03:
BAT: 25 µg Hg/l im Vollblut, keine Beschränkung des Probenahmezeitpunktes
BAT: 100 µg Hg/l im Urin, keine Beschränkung des Probenahmezeitpunktes.

Die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG-Grenzwertkommission) stuft Quecksilber in der „MAK- und BAT-Werte-Liste" als Stoff mit möglicherweise krebserzeugender Wirkung beim Menschen (Kategorie 3) und als hautsensibilisierend ein. Sie schlägt ferner die Halbierung des BAT-Wertes vor. Das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung überprüft Vorschläge der DFG-Grenzwertkommission

und entscheidet danach über eine Aufnahme in die Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsschädigender Stoffe", TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe" oder TRGS 903 /41/. Die Einstufungen haben insofern noch keinen verbindlichen Charakter.

Im Unterschied zu den Luftgrenzwerten am Arbeitsplatz gelten für die Bewertung von Quecksilberkonzentrationen in Innenräumen, in denen nicht mit Quecksilber umgegangen wird, sehr viel niedrigere Richtwerte. Bei der Festlegung dieser Richtwerte wird die Belastung auch empfindlicher Personengruppen innerhalb der Allgemeinbevölkerung, wie Kinder oder ältere Personen und eine Dauerbelastung wie sie in Wohnräumen existiert, zugrundegelegt. Das Basisschema zur Ableitung von Richtwerten für die Innenraumluft und die Richtwerte für Quecksilber wurden in jüngster Zeit veröffentlicht /44, 45/. Werden in Innenräumen Werte oberhalb des Richtwertes II für metallischen Quecksilberdampf von 0,35 µg/m³ gefunden, weist dies darauf hin, dass relevante Quellen für eine Quecksilberbelastung in den betroffenen Räumen vorhanden sind, die unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit entfernt werden sollen. Bei Raumluftkonzentrationen unterhalb des Richtwertes I von 0,035 µg/m³ liefert die Raumluft keinen nennenswerten Beitrag zur Gesamtquecksilberbelastung.

4.2 Messverfahren zur Ermittlung der Quecksilberkonzentration in der Luft

Zur Ermittlung der Quecksilberkonzentration in der Raumluft von Zahnarztpraxen bzw. im Atembereich von Zahnarzt und Helferin werden spezielle, sehr empfindliche Messverfahren eingesetzt.

Kontinuierliche Messverfahren:
Durch kontinuierliche, direktanzeigende Messverfahren ist eine Überprüfung des Konzentrationsverlaufes und damit die Beurteilung von kurzzeitig auftretenden Belastungen möglich. Gleichzeitig können auch gezielt Schadstoffquellen aufgespürt werden. Für Quecksilbermessungen werden häufig Quecksilberdampfdetektoren bzw. Atomabsorptionsphotometer eingesetzt. Das Verfahren beruht auf dem Atomabsorptionsprinzip. Quecksilberatome absorbieren im UV-Bereich bei einer Wellenlänge von 253,7 nm. Die Quecksilberkonzentration wird durch Messung der Lichtabsorption bei 253,7 nm im optischen Weg zwischen einer Hg-Dampfentladungslampe und Fotozellen bestimmt. Das Verfahren ist bei /10, 11, 12/ beschrieben.

Diskontinuierliche Messverfahren:
Bei der diskontinuierlichen Probenahme sind Probenahme und Analyse zeitlich und räumlich getrennt. Die Probenahme erfolgt über einen langen Zeitraum von ca. 2 h. Die Messergebnisse stellen somit die mittlere Konzentration über den Messzeitraum dar. Für Quecksilber werden häufig folgende Verfahren gewählt:

- Aktives Sammelverfahren
  In der Luft enthaltenes Quecksilber wird durch eine aktive Probenahme mittels Pumpen auf geeigneten Adsorbentien angereichert. Das Quecksilber wird quantitativ in eine Permanganatlösung überführt und der Quecksilbergehalt der Messlösung anschließend flammenlos an einem Atom-Absorptions-Spektrometer bei einer Wellenlänge von 254 nm bestimmt /13/.

- Passive Diffusionssammler
  Sogenannte Schadstoffdosimeter enthalten eine Membran die mit einer Goldschicht überzogen ist. Diese absorbiert spezifisch Quecksilber, das mit Gold ein Amalgam bildet. Zur Bestimmung des Quecksilbers wird die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit gemessen. Ein Gerätebeispiel (Hg-Monitor, 3M) wird in /14/ genannt.

4.3 Literaturauswertung zur inhalativen Aufnahme

Aufgrund der Toxizität von Quecksilber wurden bereits sehr früh Untersuchungen zur Raumluftbelastung in Zahnarztpraxen angestellt und veröffentlicht. Sie belegen, dass in Praxen mit in den 60er Jahren üblichen Arbeitstechniken, wie das Anmischen von Amalgam im Mörser und das Arbeiten ohne Trockenabsaugung, mittlere Raumluftkonzentrationen im Bereich von 10-50 µg Hg/m³ auftraten. Auch damals wurde der heute gültige Grenzwert eingehalten. Bei Verwendung von Kupferamalgam konnten in Abhängigkeit von Umfang und Arbeitstechnik die Kurzzeitwertanforderungen nicht immer erfüllt werden. Eine umfangreiche Zusammenstellung der Expositionssituation in früheren Jahren kann bei der BGW, Bereich Gefahrstoffe, Bonner Str. 337, 50968 Köln angefordert werden.

Neuere Arbeitstechniken, insbesondere die ausschließliche Verwendung von Silberamalgam, von vordosierten Kapseln sowie der Einsatz einer Trockenabsaugung beim Bearbeiten des Amalgams, haben etwa seit 1970 (bzw. 1980 heutige neue Bundesländer) zu einer wesentlichen Verringerung der Belastung geführt. Die Ergebnisse von Messungen aus den 80er Jahren, durchgeführt in Praxen in Deutschland, der Schweiz, Schweden und den USA, sind in Tabelle 2 zusammengestellt. In den Praxen wurde ausschließlich Silberamalgam verarbeitet.

Kessel et al. /15/ fanden bei Messungen in 19 deutschen Praxen mittlere Raumluftkonzentrationen von 3 µg Hg/m³, gemessen am Behandlungsstuhl. In 38 zahnärztlichen Praxen in der Schweiz / 14/ wurden während des Praxisbetriebes fortlaufend Messungen mit einer Mindestmessdauer von je 45 Minuten durchgeführt. Messungen am Vormittag und Nachmittag ergaben durchschnittliche Raumluftkonzentrationen von 1,4 bzw. 1,5 µg Hg/m³. Bei den Untersuchungen wurde ein direktanzeigendes Messgerät (Messort am Behandlungsstuhl) und ein personengetragener Diffusionssammler eingesetzt, bei dem die Hg-Werte über den gesamten Arbeitstag aufsummiert wurden. Beide Messverfahren lieferten weitgehend übereinstimmende Resultate. Bei Nilsson et al. /16/ wurden

Autor/Jahr/Land	Nummer im Quellenverzeichnis	untersuchte Obiekte	Messort		mittlere Hg-Konz. [µg Hg/m³]
			Raummitte	an derPerson	
Kessel /80/D	/15/	19 Praxen	am Stuhl		3
Wirz /85/CH	/14/	38 Praxen	am Stuhl	X	1,5
Nilsson /86/S	/16/	82 Praxen	X		1,5 - 3,6
SUVA *	/6/	3 Praxen/1 Klinik			Praxen: 2 - 5
Skuba/84/Kanada	/17/	35 Praxen	in Atemhöhe		77 % < 20 23 % : 20 - 49
Chopp/83/USA	/18/	592 Praxen, Studie 79 - 81	in Atemhöhe		47 % < 10 32 % : 10 - 20 15 % : 20 - 50 5 % > 50

* Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Luzern

Tabelle 2: Messungen in Zahnarztpraxen in den 80er Jahren

bei Messungen in 82 Praxen in Schweden durchschnittliche Quecksilberkonzentrationen in der Luft von 1,5 bis 3,6 µg Hg/m³, gemessen am Behandlungsstuhl, festgestellt. Die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt fand bei Untersuchungen in 3 Praxen ähnliche Werte von 2 bis 5 µg Hg/m³ /6/.

Abweichend hiervon wurden in 2 Studien aus Kanada /17/ und den USA /18/ höhere Werte gefunden. Bei Skuba /17/ traten bei 77 % von insgesamt 35 Praxen in der Atemluft der Beschäftigten Konzentrationen unterhalb von 20 µg Hg/m³ auf, bei 23 % lag der Wert zwischen 20 und 49 µg Hg/m³. Schichtmittelwerte oberhalb von 50 µg Hg/m³ wurden nicht gefunden. In den Praxen wurden keine vordosierten Kapseln verwendet, sondern ausschließlich Amalgamatoren. Besonders hohe Belastungen ergaben sich bei den Praxen, in denen das Überschussamalgam noch ausgedrückt wurde, das Bohren und Polieren ohne Wasserspraykühlung durchgeführt wurde, Quecksilberreste offen gelagert wurden und insgesamt eine schlechte Arbeitshygiene vorherrschte. Die Studie von Chopp et al. /18/ erfasste ein sehr großes - und damit auch heterogenes - Kollektiv von insgesamt 592 Praxen in den USA im Zeitraum 1979 bis 1981. Angaben zur Probenahmedauer liegen nicht vor. Bei 47 % der Praxen wurden in der Raumluft in Atemhöhe Hg-Dampfkonzentrationen unterhalb von 10 µg Hg/m³ gefunden, in 32 % der Praxen lagen die Werte maximal bei 20 µg Hg/m³. Höhere Belastungen von 20-50 µg Hg/m³ und darüber konnten Praxen zugeordnet werden die z.B. spezielle offene Amalgamatoren verwendeten oder Überschussamalgam ausdrückten. Konzentrationen oberhalb von 50 µg Hg/m³ wurden nicht differenziert dargestellt, da in den USA hier bereits der Grenzwert erreicht ist. Vergleichsweise traten bei nur 0,6 % der Praxen, in denen vordosierte Kapseln verwendet wurden, Werte oberhalb von 50 µg Hg/m³ auf, jedoch bei 9 % der Praxen, in denen das Quecksilber dosiert werden mußte.

Expositionsspitzen

Beim unmittelbaren Umgang mit metallischem Quecksilber, z.B. beim Dosieren, Mischen, Legen, Beseitigen von verschüttetem Quecksilber oder beim Öffnen von Entsorgungsbehältern treten für wenige Sekunden bis Minuten Konzentrationen auf, die oberhalb der mittleren Raumluftkonzentration liegen. Diese kurzeitig höheren Konzentrationen werden im folgenden als Expositionsspitzen bezeichnet. Insbesondere sind hier maschinelle Arbeitsvorgänge, bei denen es zur Aerosolbildung sowie zu einer verstärkten Quecksilberdampfbildung aufgrund erhöhter Temperatur an der Füllungsoberfläche kommen kann, zu nennen: So das Ausbohren von Füllungen mit Turbinenbohrern oder das Polieren ohne effektive Absaugung können hierbei hohe Hg-Dampfkonzentrationen auftreten.

Die in Tabelle 3 zusammengestellten Literaturdaten repräsentieren die momentane Belastung der Beschäftigten für die Dauer des Arbeitsganges. Die Probenahme erfolgte meist direkt am Beschäftigten oder in unmittelbarer Nähe einer Quecksilberdampfquelle.

Mischen und Legen

In unmittelbarer Nähe zum Dentomaten können kurzzeitig höhere Quecksilberkonzentrationen auftreten. Die Messwerte, die jeweils während wiederholter Mischvorgänge bei Verwendung von sauberen und auch unsauberen Geräten erhalten wurden, liegen im Bereich von 25 bis 50 µg Hg/m³ /2, 10,11 /. Kropp stellte für Praxen, die Dentomaten nutzten, mittlere Raumluftkonzentrationen von 8,2 µg Hg/m³ fest. Auch bei Verwendung der heute üblichen vordosierten Einmalkapseln sind während des Mischvorganges direkt am Kapselmischgerät Quecksilberkonzentrationen von 17 µg Hg/m³ messbar /11/. Durch die beim Mischvorgang erzeugte Reaktionswärme treten unmittelbar beim Öffnen der Kapsel nach der Trituration Konzentrationen von 100 µg Hg/m³ auf /22/. Für den Arbeitsgang des Füllens der Amalgampistole stellten Kessel et al. / 15/ eine Konzentration von 12 µg Hg/m³ in der Nähe des Patientenmundes in Atemhöhe der Helferin fest. Beim manuellen Stopfen liegen die Werte im Bereich der Nachweisgrenze von 5 µg Hg/m³.

Autor/Jahr/Land	Nummer im Quellen-verzeichnis	Arbeitsgang	Meßort				Dauer des erfassten Arbeits-ganges (min)	Hg-konz. für die Dauer des Arbeitsganges (µg Hg/m³)	Mittlere Raumluftkonz. bei Anwendung spezieller Arbeitstechniken (µg Hg/m³)
			Raummitte	Nähe	an der Person	in unmittelbarer Nähe der Hg-Dämpfquelle			
		Mischen und Legen							
Wirz/77/CH	/11/	Mischen mit Dentomat				X	-	max. 25 nach 3 Mischungen, Dentomat sauber	
Wirz /77/CH	/11/	Mischen mit Dentomat				X	-	max. 43 nach 3 Mischungen Dentomat unsauber	
Castagnola/73/CH	/2/	Mischen mit Dentomat				X	-	max. 35 - 45 nach 10 Mischungen	
Kropp/64/D	/19/	Mischen mit Dentomat	X						8,2
Ketterl/64/D	/10/	Mischen mit Dentomat	X	X			120	max. 45 nach 12 Mischungen	
Wirz/77/CH	/11/	Vordosierte Kapseln, Kapselmischer				X	-	max. 17 nach 3 Mischungen	
Kessel/80/D	/15/	Legen			X		k.A.	MW: 7	
Kessel/80/D	/15/	Füllen Amalgampistole			X		k.A.	MW: 12	
Mayer /75/D	/20/	Maschinelles Kondensieren				X	wenige Sekunden	MW: 16 max. 30	
Chandler/71/USA	/21/	Ultraschall-Kondensation				X	3	max. 20	
		Polieren							
Maver/75/D	/20/	Gummioolierer trocken				X	k.A.	MW: 29 bzw. 1250	
Kessel/80/D	/15/	Polieren, trocken				X	k.A.	MW: 10	
Kessel/80/D	/15/	Polieren, naß				X	k.A.	MW: 5	
		Ausbohren							
Cooley/78/USA	/12/	Ausbohren mit Absaugung und Spray			X		k.A.	20 - 50	
Skuba/84/Kanada	/17/	Polieren, Ausbohren mit Spray und Absaugung			X		k.A.	<50	
		Aufbewahren							
Castagnola/73/CH	/2/	Hg-Reste unter Wasser				X	-	max. 30	

MW = Mittelwert
k.A.= keine Angoben

Tobelle 3: Quecksilber-Expositionsspi~zen

Polieren
Weitere Expositionsspitzen, hervorgerufen durch maschinelle Bearbeitung sowie Temperaturerhöhung (ca. 65 °C an der Füllungsoberfläche, /10/), ergeben sich bei der Politur von Amalgamfüllungen. Beim trockenen Polieren mit Gummipolierern fand Mayer /20/ direkt am Patientenmund je nach Position des Messgerätes Werte von 29 und 1250 µg Hg/m³ (Spitze 3000 µg Hg/m³), Kessel et al./15/ konnten beim trockenen Polieren in der Nähe des Patientenmundes in Atemhöhe des Arztes 10 µg Hg/m³ messen. Wurde - wie heute üblich - nass poliert, verringerte sich der Wert um die Hälfte.

Ausbohren
Etwa seit 1970 (bzw. 1990 neue Bundesländer) wurde nahezu ausschließlich unter Einsatz von Wassersprayküh lung, Speichelabsaugung sowie Zahnabsaugung ausgebohrt. Die kurzeitig auftretenden Spitzenkonzentrationen wurden dadurch stark reduziert. Cooley et al. /12/ stellten für jeweils wenige Sekunden während des Ausbohrens Werte zwischen 20 und 50 µg Hg/m³ im Atembereich des Zahnarztes fest. Vergleichbare Ergebnisse fand Skuba /17/.

Aufbewahren
Quecksilberreste werden in den Praxen im allgemeinen unter Wasser gelagert. Quecksilber löst sich geringfügig in Wasser und kann durch Wasser hindurchdiffundieren und verdampfen. Direkt oberhalb der Aufbewahrungsgefäße ist daher Hg-Dampf nachweisbar. Bei Castagnola et al. /2/ wurde mit einem Messgerät unmittelbar neben einem mit Wasser bedeckten offenen Hg-Restebehälter nach 4 Minuten ein Wert von 30 µg Hg/m³ gemessen.

Fazit
Die vorliegenden Literaturdaten aus den 80er Jahren belegen, dass die Maximale Arbeitsplatzkonzentration in Zahnarztpraxen eingehalten und im allgemeinen deutlich unterschritten wird.

Die darüber hinaus existierenden Kurzzeitwerte sollen eine Gesundheitsgefahr ausschließen, die bei Einhaltung des Schichtmittelwertes durch kurzzeitig während der Schicht auftretende Konzentrationsspitzen entstehen kann. Auch diesbezüglich ist den Literaturangaben zu entnehmen, dass unter Arbeitsbedingungen, wie sie etwa ab 1970 (1980 heutige neue Bundesländer) in den Zahnarztpraxen vorherrschten, die Anforderungen des Kurzzeitwertes eingehalten wurden. Die Höhe des Kurzzeitwertes liegt bei 400 µg Hg/m³ (bis September 1996 1000 µg Hg/m³, siehe Abschnitt 4.1).

4.4 Messungen der BGW 1996

Im Jahr 1996 wurden vom Messtechnischen Dienst der BGW in 9 Zahnarztpraxen standardisierte Expositionsmessungen nach TRGS 402 /39/ durchgeführt. Die Probenahme erfolgte mit einem diskontinuierlichen Messverfahren im Atembereich von Zahnarzt und Helferin und zusätzlich mit einem direktanzeigenden Quecksilberanalysator im Atembereich des Zahnarztes. Die Messungen wurden auf der Basis eines vom Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit entwickelten Verfahrens durchgeführt, bei dem Quecksilber sowohl in Form von Aerosol als auch in Dampfform erfasst wird.

Die Praxen waren durch folgende Rahmen- und Arbeitsbedingungen gekennzeichnet:

- Die Behandlungsräume hatten ein Raumvolumen von 20 - 45 m³. Es wurden Non-gamma-2-Amalgame mit einem Quecksilberanteil von 46 - 51 % eingesetzt.
- Das Amalgam wurde in 2 Praxen mit Amalgamatoren zubereitet, in 7 Praxen wurden vordosierte Kapseln verwendet.
- Die Absaugung wurde generell beim Bohren, fast überall auch beim Polieren und soweit möglich auch beim Legen eingesetzt.
- Die Amalgamfüllungen wurden mit Turbinen/Schnelllauf- oder Elektrobohrern entfernt. Je nach Ausführung wurden die Bohrer mit Drehzahlen zwischen 40.000 und 300.000 U/min. betrieben. Die Bohrer waren wassergekühlt und verfügten über eine Spraykühlung.
- In 2 Praxen wurde unter Zuhilfenahme eines Kofferdams ausgebohrt.
- Etwa 50 % der im zahnärztlichen Bereich Tätigen trugen Mundschutz.
- Etwa 50 % der im zahnärztlichen Bereich Tätigen trugen Handschuhe.

Zur Simulation ungünstiger Lüftungsverhältnisse waren die Fenster grundsätzlich geschlossen, die Türen waren soweit möglich geschlossen. Die Anzahl der Patienten (bis zu 7) bzw. die Anzahl der Amalgambehandlungen war für den Messzeitraum von 52-138 Minuten sehr hoch und entsprach, je nach Praxis, der jeweiligen Anzahl für mindestens eine Arbeitsschicht, in einigen Fällen sogar für mehrere Arbeitstage. Es wurde dennoch davon ausgegangen, dass die vorgefundene Expositionssituation auch über eine gesamte Arbeitsschicht von 8 Stunden gegeben sein kann. Auf dieser Grundlage ergibt sich eine worst-case-Einschätzung für die Gefahrstoffbelastung durch Quecksilberdampf und aerosol im Atembereich von Zahnarzt und -helfer. Die Messergebnisse sind in Abbildung 1 dargestellt. Der in einigen Praxen bereits vor Beginn der Amalgambehandlung im Behandlungsraum messbare Grundlevel von bis zu 6 µg Hg/m³ ist in den Messergebnissen enthalten. Alle Quecksilberkonzentrationen sind kleiner oder gleich 10 µg Hg/m³.

Für die Beurteilung von Gefahrstoffkonzentrationen wird allgemein ein Stoffindex errechnet, der sich als Verhältnis aus der ermittelten Konzentration und dem Grenzwert ergibt. Aus den Messergebnissen errechnet sich ein Stoffindex für Quecksilber von kleiner/gleich 0,1. Bei Stoffindizes kleiner oder gleich 0,1 kann davon ausgegangen werden, dass der jeweilige Gefahrstoffgrenzwert dauerhaft sicher eingehalten ist. Dies ist für Quecksilber unter den vorgefundenen Arbeitsbedingungen der Fall.

Mit Hilfe eines direktanzeigenden Quecksilberanalysators konnte die Grundbelastung in den Praxen sowie die Belastung bei einzelnen Tätigkeiten ermittelt werden. Die Grund-

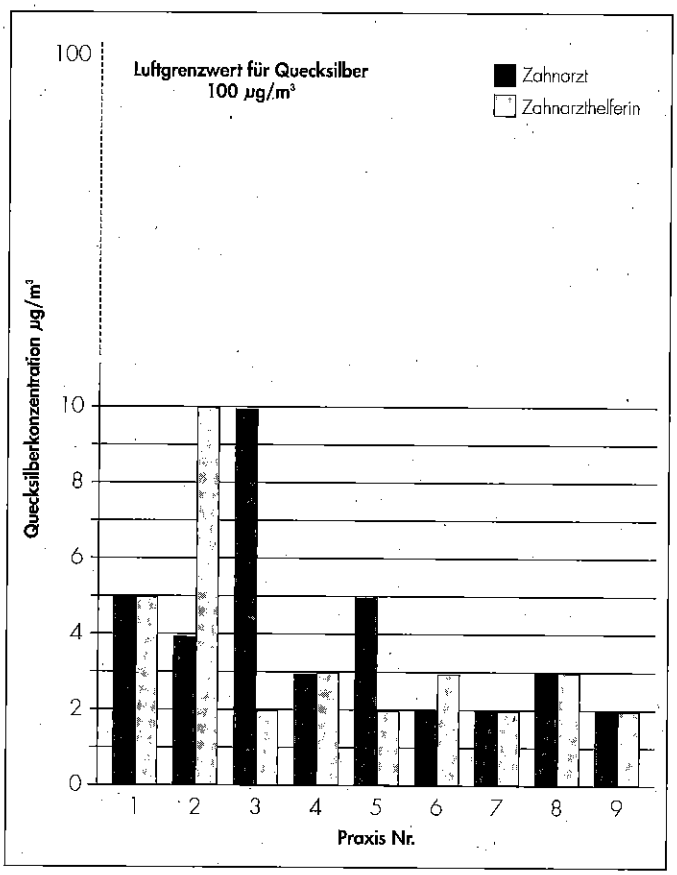

Abbildung 1: Quecksilberbelastung in Zahnarztpraxen

belastung im Raum, vor der Aufnahme der Tätigkeit, lag in den Praxen zwischen < 1 und 6 µg Hg/m³. Als Emissionsquellen, die unabhängig vom Umgang mit Quecksilber auftreten, sind dabei offene Abfallbehälter mit Überschussamalgam - in den aufgesuchten Praxen fast ausschließlich unter Wasser aufbewahrt - oder unverschlossen entsorgte Kapseln sowie Quecksilber zu nennen, das sich durch unsauberes Arbeiten im Raum befindet. Die Entfernung einer Amalgamfüllung inklusive Nacharbeit (z. B. das Entfernen von Karies) dauert ca. 2 Minuten. Innerhalb dieser Zeit wurden für Sekunden Konzentrationen von 2-30 µg Hg/m³ ermittelt. Das Legen einer Füllung dauert etwa 3-4 Minuten. Für diesen Vorgang wurden kurzeitig Konzentrationen im Bereich von 2-20 µg Hg/m³ gemessen. Der Poliervorgang dauert etwa 1 Minute. Für mehrere Sekunden wurden Konzentrationen im Bereich von 3-24 µg Hg/m³ gemessen. Konzentrationen oberhalb des Grenzwertes wurden zu keinem Zeitpunkt ermittelt. Die Kurzzeitwertbedingungen wurden somit ebenfalls eingehalten.

Unter der Voraussetzung, dass in der Praxis bessere Arbeitsbedingungen als die oben beschriebenen worst-case-Bedingungen vorliegen, können die aus dem Messprogramm resultierenden Ergebnisse im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung nach TRGS 402 /39/ verwendet werden.

4.5 Hautkontakt mit Quecksilber

Quecksilber ist nicht als hautresorptiv eingestuft. Die Möglichkeit einer Aufnahme von metallischem Quecksilber über die Haut wird jedoch von mehreren Autoren nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Zurzeit wird eine hautsensibilisierende Wirkung diskutiert (siehe Abschnitt 4.1).

Bei der dermalen Hg-Exposition ist die persönliche Arbeitshygiene von besonderer Bedeutung. Eine Kontamination der Hände oder der Kleidung mit Quecksilber trägt zu einem Anstieg der Belastung der Atemluft sowie zur Verschleppung von Quecksilber in andere Bereiche bei. Symington et al. /23/ weisen insbesondere auf die Problematik des Rauchens zwischen den Arbeitsschritten hin, da Quecksilber auf kontaminierten Zigaretten vollständig verdampft (Siedepunkt = 356,7 °C). Durch Essen und Rauchen mit kontaminierten Händen ist darüber hinaus eine orale Aufnahme von Quecksilber möglich.

Ein Hautkontakt ist bei folgenden wesentlichen Tätigkeiten möglich:

- Dosieren: Befüllen des Vorratstanks am Amalgamator (in Abhängigkeit vom Umfang der Amalgamverarbeitung alle 2 Wochen bis 1 x jährlich)
- Mischen: Bei Verwendung vordosierter Kapseln die Trennung der Amalgamportion von Membran oder Stößel
- Aufnahme von Amalgam in die Amalgampistole
- Entfernen von Verunreinigungen
- Reinigen quecksilberkontaminierter Instrumente und Mischeinrichtungen, Auffangbehälter für Amalgamschlamm

Kessel et al./15/ fanden bei Untersuchungen von insgesamt38 Beschäftigten im Jahr 1980 bei Zahnärzten in1 cm Abstand über den Fingern Durchschnittswerte von 25 ug Hg/m3 und bei Zahnarzthelferinnen wesentlich höhere Werte von 80 µg Hg/m³, was dafür spricht, dass vor allem Helferinnen häufig das Silberamalgam mit den Fingern berühren. Sofern in den Praxen Quecksilber ausschließlich in vordosierten Kapseln verwendet wird und Handschuhe beim Umgang mit Quecksilber bzw. Amalgam getragen werden, ist praktisch kein Hautkontakt mehr gegeben.

4.6 Biologisches Monitoring

Biomonitoring-Verfahren gestatten es, die individuelle Belastung des Menschen zu erfassen. Die gesamte innere Quecksilberbelastung, hervorgerufen durch die Aufnahme quecksilberhaltiger Nahrungsmittel, durch Quellen aus der Umwelt, durch eigene Amalgamfüllungen sowie durch die beruflich bedingte inhalative und dermale Exposition, lässt sich integral durch Quecksilberanalysen im Blut bzw. Urin bestimmen. Die Urinwerte können auf das Harnvolumen, die Kreatininausscheidung und die Zeit bezogen sein.

Quecksilberkonzentrationen im Blut ändern sich in Abhängigkeit von der kurz vorher erfolgten Exposition mit Quecksilber. Sie werden in erheblichem Umfang durch die Aufnahme von Methylquecksilber aus fischreicher Nahrung beeinflusst. Die Quecksilberkonzentrationen im Urin dagegen werden nur geringfügig durch Methylquecksilber beeinflußt, da dieses vorwiegend im Stuhl ausgeschieden wird. Sie stellen ein Maß der Belastung beim Umgang mit Quecksilber während der vorangegangenen Wochen und Monate dar. Urinwerte korrelieren mit der Zahl der vorhandenen Amalgamfüllungen.

Personen mit Amalgamfüllungen weisen eine höhere Quecksilberausscheidungsrate im Urin als Personen ohne Amalgamfüllungen auf /1/.

Die durchschnittliche Konzentration von Quecksilber im Blut und Urin der Allgemeinbevölkerung spiegeln Referenzwerte wider. Die Referenzwerte für Quecksilber sind in Tabelle 4 angegeben. Sie sind rein statistisch definierte Werte denen keine gesundheitliche Bedeutung zukommt. Für beruflich nicht Exponierte - hierzu zählen u.a. auch Kinder und ältere Personen -, die täglich 24 Stunden einer äußeren Belastung durch Quecksilber in der Umwelt oder der Nahrung ausgesetzt sind, wurden von der Kommission „Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamtes 1999 sogenannte HBM-Werte veröffentlicht. Auch diese sind in Tabelle 4 angegeben. Der HBM-I-Wert ist ein Prüfwert. Liegt das Untersuchungsergebnis darüber, weist dies auf eine erhöhte Belastung hin. Der Bereich zwischen dem HBM-I- und dem HBM-II-Wert wird als Prüfbereich angesehen. Die Kommission „Human-Biomonitoring" empfiehlt, Werte im Prüfbereich zunächst durch eine Wiederholung zu kontrollieren. Bei Bestätigung soll der Betroffene informiert werden. Es sollte nach möglichen Quellen gesucht und diese unter vertretbarem Aufwand entfernt werden.

Der HBM-II-Wert ist als „Interventionswert" konzipiert. Bei Überschreitung sind Maßnahmen erforderlich und Belastungsquellen müssen ausgeschaltet werden /24/.

Für beruflich Exponierte ist der BAT-Wert als Beurteilungskriterium heranzuziehen. Der BAT-Wert für die Konzentration im Urin liegt bei 100 µg Hg/l, für die Konzentration im Blut bei 25 µg Hg/l. Er berücksichtigt auf der Basis naturwissenschaftlicher und arbeitsmedizinischer Erkenntnisse sowohl die Beziehung zwischen der äußeren Belastung in der Raumluft durch Exposition am Arbeitsplatz und einer daraus resultierenden Aufnahme in den Körper als auch die Beziehung zwischen dieser inneren Belastung und einer daraus resultierenden Beanspruchung (d.h. erkennbare physiologische bzw. pathophysiologische Veränderungen). Bei längerfristiger Exposition gegenüber Quecksilberdämpfen hat sich eine eindeutige Korrelation der Höhe der Raumluhkonzentration zur Quecksilberkonzentration im Blut der exponierten Personen gefunden. Ebenso besteht eine Korrelation dieser Blutkonzentration zur Ausscheidungsmenge im Urin. Die Messung der Quecksilberkonzentration als Spontanausscheidung im Urin exponierter Personen (sinnvollerweise gemessen am Ende einer Arbeitswoche) spiegelt daher arbeitsmedizinisch gesichert die Expositionsbelastung wider. Die Untersuchungsmethode obliegt bei richtiger Durchführung einer hohen Genauigkeit und ist weitgehend unabhängig von außen beeinflussbaren Parametern. Details zu der Durchführung enthält die Stoffmonographie Quecksilber der Kommission „Human-Biomonitoring" /24/. Anhand des BAT-Wertes lässt sich somit relativ sicher sagen, ob eine längerfristige Exposition vorgelegen hat, die Befürchtungen für eine gesundheitliche Beeinträchtigung rechtfertigen oder nicht.

Andere Untersuchungsmethoden zur Quecksilberbelastung und Beanspruchung, wie die Analyse von Haar, Stuhl oder Speichel bieten gegenüber dieser Methode keine toxikologisch besseren Aussagen. Sie sind außerdem wissenschaftlich nicht standardisiert und daher ungeeignet /24,48/. Dies gilt auch für die sogenannte DMPS-Methode. Durch Einnahme von 300 mg des Komplexbildners 2,3-Dimercapto-1-propansulfonat-Natriumsalz (DMPS, Dimaval) wird das vorwiegend im Nierengewebe deponierte Quecksilber mobilisiert und zusätzlich harngängig gemacht. Dadurch erhöht sich die Urinkonzentration gegenüber der Spontanausscheidung um das 5-20-fache /25/. Die Methode lässt aber keine bessere oder zusätzliche Aussage für das Maß der äußeren und inneren Belastung bzw. Beanspruchung durch anorganisches Quecksilber zu. Die DMPS-Methode lässt auch keine bessere, wissenschaftlich abgesicherte toxikologische Beurteilung gegenüber der Untersuchungsmethode für die BAT-Beurteilung zu. Im Gegensatz zur Spontanausscheidung ist die Ausscheidung von Quecksilber nach DMPS-Gabe von zusätzlichen Parametern (z.B. Resorptionsrate, Bioverfügbarkeit) abhängig.

Da mit der DMPS-Methode toxikologisch und arbeitsmedizinisch keine besseren Aussagen gegenüber der Messung der Spontanausscheidung von Quecksilber im Urin (BAT-Wert) gemacht werden, ggf. aber durch die Gabe des Medikamentes mit schweren Nebenwirkungen zu rechnen ist, ist diese Methode für die Beurteilung der Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz abzulehnen. Hierauf weist auch die Kommission „Human-Biomonitoring" ausdrücklich hin /24, 47/.

Im Rahmen der von der BGW durchgeführten Messungen in neun Zahnarztpraxen im Köln/Bonner Raum wurden bei 31 Beschäftigten Palladium, Silber, Zinn und Quecksilber im Urin bestimmt (in Abhängigkeit von der Unrinausscheidung/bezogen auf das Kreatinin). Die Messungen ergaben sehr geringe Mengen von den gemessenen Metallen im Urin, davon bei allen Untersuchten Palladium und Silber unterhalb der Nachweisgrenze. Quecksilber und Zinn waren nachweisbar, jedoch lagen die gemessenen Werte für Quecksilber weit unterhalb (Faktor 2 - 10) der toxikologischen bedeutsamen

Matrix	Referenzwerte für Erwachsene (18 bis 69jährig)	HBM-I-Wert Prüfwert	HBM-II-Wert Interventionswert
Urin	Erwachsene ohne Zähne mit Amalgamfüllungen: 1 µg/g Kreatinin bzw. 1 µg/l Bei Amalgamfüllungen kann der Wert mehrfach höher sein (ca. vierfach, bei schlechten Füllungen auch höher)	5 µg/g Kreatinin bzw. 7 µg/l	20 µg/g Kreatinin bzw. 25 µg/l
Vollblut	Erwachsene mit einem Fischkonsum bis zu dreimal im Monat: 2 µg/l	5 µg/l	15 µg/l

Tabelle 4: Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte /24, 46/

Grenze von 5 µg Hg/l und der biologischen Arbeitsplatztoleranz (Faktor 20 - 70). Für Zinn existiert kein BAT-Wert. Die gefundenen Messergebnisse haben keine toxikologische Relevanz. Die Anzahl der Messungen und die Auswahl der Probanden lassen jedoch keine repräsentative Aussage zur internen Quecksilberbelastung von Zahnärzten bzw. zahnärztlichem Personal zu. Die gefundenen Ergebnisse decken sich jedoch mit Resultaten aus der Literatur.

Literaturangaben zur Quecksilberbelastung des Zahnarztes und des Assistenzpersonals ist zu entnehmen, dass sich die berufliche Quecksilberexposition nachweisen lässt: Die Belastung ist etwa doppelt so hoch wie die der Durchschnittsbevölkerung /26, 27/. Für das Assistenzpersonal werden häufig höhere Werte als für den Zahnarzt gefunden. Die BAT-Werte werden im allgemeinen um mehr als eine Zehnerpotenz unterschritten.

Zander et al. /28/ fanden 1992 bei der Untersuchung von 22 Zahnärzten und 42 Helferinnen durchschnittliche Quecksilberkonzentrationen im Spontanurin von 1,4 µg Hg/l (max. 5,2 µg Hg/l, Ärzte) bzw. 3,7 µg Hg/l (max. 14,7 µg Hg/l, Zahnarzthelferinnen). Sonstige Mitarbeiter in den Praxen, die keinen Umgang mit Amalgam hatten, wiesen Konzentrationen von 0,8 µg Hg/l (max. 5,5 µg Hg/l) auf, das Kollektiv von 29 beruflich nicht belasteten Personen einen Vergleichswert von (0,5 µg Hg/l (maX 4,1 µg Hg/l).

Skare et al. /29/ ermittelten bei Untersuchungen an insgesamt 314 schwedischen Zahnärzten bzw. zahnärztlichem Assistenzpersonal Durchschnittskonzentrationen von 3,4 µg Hg/l im Urin. Maximal traten Konzentrationen von 16 µg Hg/l auf. Die Kontrollgruppe wies eine nur geringfügig geringere Belastung von durchschnittlich 2,5 µg Hg/l Urin (max. 8 µg/l) auf.

Im Blut von 121 Zahnärzten und Zahnarzthelferinnen wurden Werte von 3,8 µg Hg/l Blut (+/− 2,1 µg Hg/l) für Zahnärzte und 3,5 µg Hg/l (+/− 2,8 µg Hg/l) für die zahnärztlichen Assistenten jeweils mit großer Streuung der Einzelwerte festgestellt /26/. Die zahlenmäßig etwa gleich große Vergleichsgruppe nicht beruflich Exponierter wies ähnliche Werte von 3 µg Hg/l (+/− 2,8 µg Hg/l) auf.

Insbesondere in der US-amerikanischen Literatur werden dagegen zum Teil erheblich höhere Werte gefunden. In einer in den Jahren 1975-1983 durchgeführten Untersuchung an 4272 US-amerikanischen Zahnärzten wurden Durchschnittswerte von 14,2 µg Hg/l Urin gefunden. 4,9 % der untersuchten Probanden wiesen Quecksilberkonzentrationen von mehr als 50 µg Hg/l auf und 1,3 % Werte von mehr als 100 µg Hg/l /30/. Dies spiegelt den in Abschnitt 4.3 dargestellten Befund wider, dass die Raumluftbelastung in Praxen in den USA im Vergleich zu Praxen in Deutschland, der Schweiz und Schweden vergleichsweise hoch war.

5 Maßnahmen zur Minimierung der Belastung

Folgende Maßnahmen und Verhaltensregeln sollten eingehalten werden, um die Quecksilberexposition von Beschäftigten weiter zuminimieren:

Arbeitstechnik

- Quecksilber und Feilung in möglichst vordosierter Form verwenden (z.B. Einmalkapseln).
- Bei Verwendung von Amalgamatoren: Amalgamator in eine Auffangwanne stellen, Öffnen der Hg-Vorratsflasche und Befüllen des Tanks nur in der Wanne.
- Amalgamfüllungen unter Spraykühlung und Trockenabsaugung entfernen (auch bei gelegtem Kofferdam). Bei der Trockenabsaugung möglichst mit maximaler Absaugleistung arbeiten und die Absaugkanüle so positionieren, dass ein sichtbares Austreten von Quecksilberaerosolen aus dem Patientenmund heraus vermieden wird.
- Sichtbar amalgamkontaminierte Patientenumhänge (Einmalartikel) nach dem Ausbohren wechseln.
- Amalgamfüllungen unter ständiger Spraykühlung und Trockenabsaugung polieren.
- Möglichst „no touch"- Techniken bei der Zubereitung von Amalgam anwenden (z.B. Membran oder Stößel in einem Schälchen von der Amalgamportion trennen und die Reste anschließend berührungsfrei in den Quecksilberrestebehälter überführen).
- Einmalhandschuhe beim Umgang mit Amalgam tragen (z.B. ungepuderte Latexhandschuhe).
- OP-Mundschutz tragen, um das Einatmen von Aerosolen, z.B. beim Ausbohren, zu verringern.
- Verunreinigungen von Arbeitsflächen mit Amalgam bzw. Quecksilber vermeiden bzw. sofort entfernen.

Aufbewahrung von Quecksilberresten

- Quecksilber- bzw. Amalgamreste in gekennzeichneten und dicht verschlossenen Behältern sammeln. Behälter vor Wärme schützen.
- Leere Kapseln, die fast immer kleine Amalgamreste enthalten, vor der Entsorgung verschließen und in geschlossenen Behältern sammeln (z.B. spezielle Sammelbehälter mit quecksilberdampfabsorbierender Einlage).
- Überschussamalgam unter Wasser in geschlossenen Behältern sammeln.
- Abscheidetöpfe mit Amalgamschlämmen aus der Abscheideanlage nach dem Wechsel sofort dicht verschließen und an den Hersteller bzw. den Recyclingbetrieb senden.
- Auch alle anderen festen quecksilberhaltigen Abfälle wie kontaminierte Einwegartikel (z.B. Tupfer, Tamponade, Papiertücher), extrahierte Zähne, Filtersiebe und Einwegfilter getrennt vom Hausmüll in verschlossenen Behältern sammeln.
- Bei äußerst geringem Umfang der Amalgamverarbeitung (etwa einmal pro Woche) Quecksilberrestebehälter entfernt von ständigen Arbeitsplätzen lagern.

Organisation

- Behandlungsräume, in denen Amalgam verarbeitet wird, gut und häufig lüften.
- Vor dem Essen, Trinken oder Rauchen Hände von möglichen Quecksilberverunreinigungen säubern.
- Quecksilbervorräte und Quecksilberreste fern von Arzneimitteln und Nahrungsmitteln lagern.
- Durch regelmäßige Wartung die Funktionsfähigkeit von Wassersprayzufuhr (Verkalkung) und Absauganlage (Absaugleistung) überprüfen.
- Betriebsanweisung über den Umgang mit Quecksilber als Bestandteil zahnärztlicher Amalgame erstellen.
- Beschäftigte über den Umgang mit Quecksilber/Amalgam unterweisen, insbesondere zu Beginn der Berufsausübung.
- Bei Verwendung von Amalgamatoren oder bei Übernahme alter Praxisräume, die schon vor 1980 bestanden und in denen Amalgam noch manuell zubereitet wurde: Durchführung einer einmaligen Grundreinigung oder messtechnische Ermittlung der Grundbelastung durch Quecksilber im Behandlungsraum, ggf. Fußböden oder Behandlungsstühle ersetzen, da sich dort in Ritzen und Spalten Quecksilberreste befinden können.

Praxisausstattung

- Der Fußboden in den Behandlungsräumen sollte fugenlos und flüssigkeitsdicht sein.
- Nicht mehr verwendete Amalgamatoren entsorgen (z.B. kostenpflichtig über Herstellerfirma).

6 Exemplarische Betriebsanweisung

Siehe Abbildung 2 auf Seite 18.

7 Quellenverzeichnis:

[1] Informationsschrift des Bundsgesundheitsamtes: Amalgame in der zahnärztlichen Therapie - 1992

[2] Castagnola, L., Wirz, J.: Die Quecksilberverdampfung bei der Verarbeitung von Silberamalgam. SMfZ 83, Nr. 8, S. 922 - 946 (1973)

[3] Dünninger, P., Klaiber, B.: Quecksilberdampfabgabe aus Amalgamkapseln während Trituration und Lagerung. Deutsche Zahnärztl. Z 46 (1991); 9, S. 599-601

[4] Verwaltungsvorschrift über die Genehmigung von Abwassereinleitungen aus Zahnarztpraxen in öffentliche Abwasseranlagen vom 05.03.1990

[5] Mayer, R: Quecksilberabgabe aus Amalgam und Quecksilberablagerung im Organismus/Toxikologische Bewertung, In: Amalgam pro und contra (Inst. d. Dtsch. Zahnärzte, Hrsg.), S. 117. Dtsch Ärzte-verlag, Köln 1988

[6] Schweizerische Blätter für Arbeitssicherheit: Quecksilber und seine Gefahren. Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Abteilung Arbeitsmedizin, 6002 Luzern

[7] Legrum, W.: Pharmakologisch-toxikologische Aspekte. DMW, Jahrgang 115, Nr. 39, S. 1492-1444 (1990)

[8] Skare, I., Engl L., Bergtröm, T. et al.: Mercury exposure of different origins among dentists and dental nurses. Scand J Work Environ Health, 16, S. 340 - 347, (1990)

[9] Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch, Verlag Walter de Gruyter, Berlin, 1994

[10] Ketterl, W. und Lamprecht, K.: Zum Problem des Quecksilber-Dampfgehaltes in zahnärztlichen Räumen. DZZ 19, Heft 12, S. 1104 - 1109 (1964)

[11] Wirz, J., Castagnola L.: Quecksilberdämpfe in der zahnärztlichen Praxis. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 87, Nr. 7 S. 570 - 577 (1977)

[12] Cooley, R.L., Barkmeier, W. W.: Mercury Vapor Emitted During Ultraspeed Cutting of Amalgam. J. Indiana Dental Association, Vol. 57, No. 2, S. 28 - 31 (1978)

[13] BIA - Arbeitsmappe - Messung von Gefahrstoffen, 1. Lfg. VI/89, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld

[14] Wirz, J., Valent, I.: Quecksilberdämpfe in der Zahnarztpraxis. Schweiz. Mschr. Zahnmed. 95, Nr. 4, S. 261 - 280 (1985)

[15] Kessel, R., Bencze, K., Hamm M., Sonnabend, E.: Untersuchungen über die Quecksilber-Konzentrationen in der Raumluft, im Blut und im Urin bei zahnärztlicher Tätigkeit in Klinik u. freier Praxis. Dtsch. Zahnärztl. Z. 35, (1980), 457-461

[16] Nilsson, B., Nilsson, B.: Mercury in dental practice. I. The working environment of dental personnel and their exposure to mercury vapor. Swed. Dent. J. 10; S. 1 - 14 (1986)

[17] Skuba, A.: Specialty Features-Survey for Mercury Vapour in Manitoba dental offices Summer 1983. J. Canad. dent. Assn., No. 7. S. 517 - 522 (1984)

[18] Chopp, G. F., Kaufmann, E. G.: Mercury Vapor Related to Manipulation of Amalgam and to Floor surface. Operative Dentistry, Nr. 8, S. 23 - 27 (1983)

[19] Kropp, R.: Untersuchungen über den Quecksilberdampfgehalt in der Luft zahnärztlicher Praxen. Zahnärztliche Mitteilungen, Nr. 23, S. 1110 - 1113 (1964)

[20] Mayer, R.: Arbeitshygienische Untersuchungen bei der Verarbeitung von Silber-Zinn-Quecksilberlegierungen am zahnärztlichen Arbeitsplatz. Dtsch. Zahnärztl. Z. 30, S. 181-188 (1975)

[21] Chandler, H.H., Rupp, N. W., Paffenbarger, G. C.: Poor mercury hygiene from ultrasonic amalgam condensation. JADA, Vol. 82, S. 553 - 557 (1971)

[22] Schneider, M.: An environmental study of mercury contamination in dental offices JADA, Vol. 89, S. 1092 - 1098 (1974)

[23] Symington, Ian S., Cross, J. D., Dale 1. M. and Lenihan J.M.A.: Mercury Poisoning in Dentists. J. Soc. Occup. Med., Nr. 30, S. 37 - 39 (1980)

[24] Institut für Wasser-, Boden und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, Kommission „Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamtes, Berlin: Stoffmonographie Quecksilber-Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). Bundesgesundheitsblatt42: 522 - 532 (1999)

[25] Schiele, R.: Die Amalgamfüllung-Verträglichkeit. Dtsch. Zahnärztl. Z46, 515 - 518 (1991) 8

[26] Smetana, R., Meisinger V., Sperr W. und Jahn O.: Quecksilberkonzentrationen im Blut bei Zahnärzten, zahnärztlichem Hilfspersonal und Probanden mit Amalgamfüllungen. Zbl. Arbeitsmed. 35 (1985) 232 - 235

[27] Nilsson, B., Gerhardsson L., and Nordberg G. F.: Urine mercury levels and associated symptoms in dental personnel. Sci. Total Environ. 94 (1990) 179 - 185

[28] Zander, D., Ewers. U., Freier, I. und Brockhaus, A.: Untersuchungen zur Quecksilberbelastung der Bevölkerung. IV. Quecksilberbelastung von Zahnärzten Zahnärztinnen und Zahnarzthelferinnen. Zbl. Hyg. 193, 318 - 328 (1992)

[29] Skare, I. L, Eng, Bergström, T., Engqvist A: WeinerJ.A.: Mercury exposure of different origins among dentists and dental nurses. SandJ Work Environ Health (1990): 16, S. 340-347

[30] Naleway, C., Sakaguchi R., Mitchell E., Muller T., Ayer W. A., and Hefferren J. J.: Urinary mercury levels in US dentists, 1975 - 1983: review of Health Assessment Program. J. Am. Dent. Ass. 111 (1985) 37 - 42

Weitere Vorschriften, Richtlinien und Empfehlungen

[31] Fachinformationen des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte, Berlin, Nr. 4/95

[32] BGI 504-9 (bisherige ZH1/600.9) „Quecksilber oder seine Verbindungen", Stand 1998

[33] ZH 1 / 125 Merkblatt „Quecksilber und seine Verbindungen", Stand 4/85

[34] BGV A 4 (bisherige VBG 100) „Arbeitsmedizinische Vorsorge", Stand 1997

[35] BGR 250 „Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege", Stand 2003

[36] Wegscheider, W.: Autoklaven in der Zahnarztpraxis, BGW-Mitteilungen 2: 12-13 (2002)

[37] Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung) vom 26. Oktober 1993

[38] TRGS 440 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Vorgehensweise (Ermittlungspflichten). Stand 3/2002

[39] TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentration gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen", Stand 11/1997

[40] TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz - Luftgrenzwerte - Stand 9/2003

[41] TRGS 903 „Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte - BAT-Werte, Stand 1/2003

[42] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz), Stand 8/1996

[43] BGV A1 „Grundsätze der Prävention", Stand 2004

[44] Bundesgesundheitsblatt 39, 11: 422 - 426 (1996)

[45] B. Link, Sozialministerium Baden-Württemberg, Stuttgart: Richtwerte für die Innenraumluft-Quecksilber. Bundesgesundheitsblatt 2: 168 - 174 (1999)

[46] Stellungnahme der Kommission „Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamtes: Aktualisierung der Referenzwerte für Blei, Cadmium und Quecksilber im Blut und im Urin von Erwachsenen. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 46, 12: 1112-1113 (2003)

[47] Bekanntmachung des Umweltbundesamtes: Einsatz von Chelatbildnern in der Umweltmedizin? Stellungnahme der Kommission „Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamtes. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 42, 10: 823-824 (1999)

[48] Lichtnecker H., Weihrauch M.: Umweltmedizinische Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.: Quecksilber. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 38,4: 210-212 (2003)

Bezugsquellen

Gesetze und Verordnungen (z.B. Gefahrstoffverordnung, TRGS): Buchhandel oder Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (z.B. BGV, BGR BGI) und andere Schriften: BGW, Versandstelle, Pappelallee 35/37, 22089 Hamburg soweit im Merkblatt M 069 „Schriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit" aufgeführt oder Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

Stand: .....
Unterschrift: .....

Betriebsanweisung gemäß § 20 GefStoffV

Arbeitsbereich: Zahnarztpraxis

Tätigkeit: Umgang mit vordosierten Amalgamkapseln und Amalgamfüllungen

Gefahrstoffbezeichnung

Metallisches Quecksilber als Bestandteil zahnärztlicher Amalgame

Gefahren für Mensch und Umwelt

Metallisches Quecksilber verdamph schon bei Zimmertemperatur. Gihig beim Einatmen. Es besteht die Gefahr einer Anreicherung in den Nieren und im Zentralnervensystem. Metallisches Quecksilber ist sehr gihig für Wasserorganismen und kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.

Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Handschutz: Die in der Praxis vorhandenen Einmalhandschuhe verwenden.

Beim Anmischen und Anreichen von Amalgam Hautkontakt vermeiden. Sofern Aerosole auftreten, z. B. beim Ausbohren von Amalgamfüllungen, OP-Mundschutz tragen. Räume, in denen Amalgam verarbeitet wird, gut und häufig lüften. Verunreinigungen der Arbeitsfläche mit Amalgam vermeiden, z. B. indem beim Zubereiten Schälchen verwendet werden. Ansonsten Fläche sofort reinigen. Polieren und Entfernen von Amalgamfüllungen nur unter Spraykühlung und Trockenabsaugung. Bei maximaler Absaugleistung arbeiten und die Kanüle so positionieren, dass die Absaugung optimal ist. Sichtbar amalgamkontaminierte Patientenservietten nach dem Ausbohren wechseln.

Vor dem Essen, Trinken oder Rauchen und bei Arbeitsende Hände waschen.

Amalgamreste und -entsorgunsbehälter immer dicht verschließen und vor Wärme geschützt lagern.

Amalgamkapseln unter Verschluss aufbewahren, dürfen nicht in Kinderhände gelangen.

Verhalten im Gefahrenfall

Im Brandfalle: Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen. Brandgase nicht einatmen
Bei Verschütten: mit Einwegspritze vorsichtig aufnehmen und in Amalgamrestebehälter überführen. Danach den Rest mit Bindemittel (Mercurisorb) binden. Fenster zur Lüftung weit öffnen.

Erste Hilfe - Notruf 112

Nach unfallbedingtem Einatmen großer Quecksilbermengen: frische Luft, Arzt aufsuchen.
Nach Kontakt mit Kleidung oder Haut: kontaminierte Kleidung entfernen. Haut mit fließendem Wasser und Seife reinigen. Hautpflege.
Nach Augenkontakt: Sofort gründlich mit viel Wasser abspülen und Arzt aufsuchen.
Nach Verschlucken: Aktivkohle aufgeschwemmt in Wasser trinken lassen. Arzt aufsuchen.

Sachgerechte Entsorgung

Überschussamalgam unter Wasser im Amalgamrestebehälter A sammeln.

Feste quecksilberhaltige Abfälle wie Filtersiebe, Einwegfilter, extrahierte amalgamgefüllte Zähne, amalgamkontaminierte Tupfer, Tamponaden und Papiertücher sowie leere Amalgamkapseln in Behälter B sammeln. Kapseln vorher verschließen.

Amalgamschlamm aus Sekretbehältern, Filtern und Sieben getrennt von den festen Abfällen in Behälter C sammeln.

Inhalte von Amalgamabscheidern: .....

Abbildung 2:
Muster einer Belriebsanweisung