

Quecksilber in Zahnarztpraxen



FÜR EIN GESUNDES BERUFSLEBEN



BGW

Berufsgenossenschaft
für Gesundheitsdienst
und Wohlfahrtspflege

Experten

Quecksilber in Zahnarztpraxen

Impressum

Quecksilber in Zahnarztpraxen

Erstveröffentlichung 04/2007, Stand 08/2012

© 2007 Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst
und Wohlfahrtspflege (BGW)

Herausgeber

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst
und Wohlfahrtspflege (BGW)

Hauptverwaltung

Pappelallee 33/35/37

22089 Hamburg

Tel.: (040) 202 07 - 0

Fax: (040) 202 07 - 24 95

www.bgw-online.de

Bestellnummer

GP4

Verfasser

Dr. rer. nat. Gabriele Halsen, Dr.-Ing. Udo Eickmann,

Dipl.-Ing. Wolfgang Wegscheider, BGW Grundlagen der Prävention und
Rehabilitation, Fachbereich Gefahrstoffe/Toxikologie, Köln

Redaktion

BGW-Kommunikation

Gestaltung und Satz

Martin Großkinsky – Designer AGD, Hamburg

Gedruckt auf Profisilk – chlorfrei, säurefrei, recyclingfähig,
biologisch abbaubar nach ISO-Norm 9706.

Inhalt

1	Einleitung	6
2	Anwendung und Zubereitung von Amalgam	7
2.1	Produkte	8
2.2	Arbeitstechniken	9
3	Arbeitsplatzbewertung – inhalative und dermale Aufnahme von Quecksilber	12
3.1	Gefährliche Eigenschaften von Quecksilber	12
3.2	Chemische und physikalische Eigenschaften von Quecksilber	13
3.3	Grenzwerte	13
3.4	Messverfahren zur Ermittlung der Quecksilberkonzentration in der Luft	14
3.5	Literaturlauswertung zur inhalativen Aufnahme	15
3.6	Messungen der BGW 1996	19
3.7	Hautkontakt mit Quecksilber	20
3.8	Biologisches Monitoring	21
3.9	Gesundheitliche Belastung	23
4	Maßnahmen zur Minimierung der Belastung	24
5	Quellenverzeichnis	26
	Kontakt	30

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, zum Beispiel beim Zubereiten von Amalgamportionen verdampft und in Form von Aerosol, zum Beispiel 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 (siehe Quellenverzeichnis 35, 36, 37, 40, 41). 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 Literaturlauswertungen sowie Ergebnisse von Messungen, die der Messtechnische Dienst der BGW 1996 in Zahnarztpraxen durchführte. Die Schrift schließt mit einer Aufzählung sinnvoller Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Quecksilber.

2 Anwendung und Zubereitung von Amalgam

Amalgame sind Mischungen von Metallen. In der zahnärztlichen Praxis finden Quecksilberamalgame Anwendung. 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 Kunststofffüllungsmaterialien, sogenannter Composita, Amalgam im Frontzahnbereich weitestgehend verdrängt. Im Jahre 1992 sprach das 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, zum Beispiel 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 eines der Materialien für die Regelversorgung. Nach Auskunft der Bundeszahnärztekammer verwendeten 1996/97 etwa 80 Prozent 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 bis 500 Amalgamfüllungen jährlich gelegt in den neuen Bundesländern war das Aufkommen mit etwa 500 bis 1.500 Füllungen jährlich erwartungsgemäß höher. Die Zahl der ausgebohrten Füllungen liegt im Bereich von 100 bis 1.300 pro Jahr. Einige Praxen betreiben in größerem Umfang den Austausch von Amalgam gegen Alternativfüllungsmaterialien. Hier werden jährlich bis zu 2.500 Füllungen ausgebohrt. Nach Auskunft der Bundeszahnärztekammer werden auch heute regelmäßig Amalgamfüllungen gelegt, wobei der Umfang, insbesondere von Bundesland zu Bundesland, sehr unterschiedlich ist. Aktuelle Gutachten der wissenschaftlichen Ausschüsse für Gesundheits- und Umweltrisiken der EU-Kommission bestätigen die Sicherheit von Dentalamalgam sowohl für Patienten als auch für das zahnärztliche Personal. Bei der Verwendung von Amalgam konnte kein Risiko für systemische Erkrankungen festgestellt werden. In seltenen Fällen sind allergische Reaktionen möglich /48,49/.

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 Gefährdungspotenzial für die Beschäftigten ist dabei abhängig von den in der Praxis gewählten Produkten und Arbeitstechniken, die im Folgenden näher beschrieben werden.

Tabelle 1:
Wesentliche Tätigkeiten
mit Amalgam

Tätigkeiten	Gefahr der Quecksilbereinwirkung
<ul style="list-style-type: none"> • Dosieren von Quecksilber und Feilung • Mischen von Quecksilber und Feilung 	Quecksilberdampf, Hautkontakt, Verschütten von Quecksilber und damit verbunden Kontamination des Raumes durch Quecksilberkügelchen in Spalten und Ritzen, kontaminierte Mischeinrichtungen können eine kontinuierliche Dampfquelle darstellen
<ul style="list-style-type: none"> • Anreichen der Amalgamportion • Kondensieren und Schnitzen des Amalgams 	Quecksilberdampf, Hautkontakt
<ul style="list-style-type: none"> • 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

2.1 Produkte

Die Amalgamportion wird durch Mischen von etwa 46 bis 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 Nongamma-2-Amalgame genannt, verwendet. Die Rahmenezusammensetzung, die in der Informationsschrift des damaligen 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.

Rahmenezusammensetzung des Legierungspulvers gamma-2-freier Amalgame nach BGA /1/ in Gewichtsprozent:

Silber 40 % minimal, Zinn 32 % maximal, Kupfer 30 % maximal,
Zink 2 % maximal, Quecksilber 3 % maximal.

Exemplarische Produktzusammensetzungen für gamma-2-freie Amalgame:

- 56,7 % Silber, 28,6 % Zinn, 14,7 % Kupfer
- 56,0 % Silber, 27,9 % Zinn, 15,4 % Kupfer, 0,5 % Indium,
0,2 % Zink

2.2 Arbeitstechniken

Die Arbeitstechniken in Zahnarztpraxen verbesserten sich unter anderem hinsichtlich des Arbeitsschutzes in den letzten Jahrzehnten deutlich: Seit etwa 1971 bis 1976 sind alle Praxen mit einer effektiven Trockenabsaugung ausgerüstet, sodass 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 selbst konstruierte Anlagen mit unterschiedlicher Absaugleistung eingesetzt. Viele Praxen arbeiteten nur mit Speichelabsaugung. Seit circa 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 beziehungsweise 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 Pinzette in eine Mehrfachkapsel überführt (eine 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 beziehungsweise 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.

Mischen von Feilung und Quecksilber (Trituration)

Vordosierte Einmalkapseln und Mehrfachkapseln werden in Kapselmischgeräten gemischt /2, 3/. Der Kontakt zwischen Quecksilber und Feilung wird selbstständig 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 beziehungsweise 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 ent-

fernt 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 drei bis vier 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 ~ 15.000–18.000 U/min) und anschließend mit Gummipolierern unterschiedlicher Körnung (Drehzahl ~ 5.000 U/min) poliert. Bis auf wenige Ausnahmen wird beim Polieren abgesaugt. Die Dauer eines Poliervorganges liegt bei circa einer 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 160.000 U/min) oder vereinzelt mit Schnellaufbohrern (10.000–30.000 U/min) ausgebohrt. Dabei werden Wasserspraykühlung sowie Absaugung am Zahn und Speichelabsaugung parallel eingesetzt. Die Entfernung einer Amalgamfüllung inklusive Nacharbeit (zum Beispiel das Entfernen von Karies) dauert circa zwei Minuten. Um die Belastung der Patienten zu minimieren, wird in den letzten fünf 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. 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 fünf Jahre durch einen Sachkundigen überprüft werden /4/. Nach Aussage der Bundeszahnärztekammer sind die Praxen heute flächendeckend mit Amalgamabscheidern ausgestattet. 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 ein- bis zweimal jährlich entleeren, auswaschen), Schwerteilesammler und Tropfwanne (ein- bis zweimal jährlich entleeren) oder Filter an der Selektivablage (einmal wöchentlich wechseln) sein.

Desinfektion und Reinigung quecksilberkontaminierter Instrumente und Geräte

Potenziell quecksilberkontaminierte Instrumente werden wie andere Instrumente desinfiziert und gereinigt. Dank der verbesserten Dosier-techniken 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 beziehungsweise bedarfsweise Reinigung der Amalgamabscheidetöpfe hinzu. Letztere wird teilweise sehr aufwendig mit Bürsten und so weiter betrieben. Wie wichtig die Hygiene und die Vermeidung von Amalgamverunreinigungen sind, haben Untersuchungen der BGW an Dampfkleinsterilisatoren gezeigt. Je nach Bauart der Geräte konnten hier Quecksilberemissionen nachgewiesen werden /34/.

3 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 Quecksilberemissionen bedingt durch Vulkanismus, Verwitterung oder Industrieemissionen ausgesetzt /6/. Die allgemeine Quecksilberbelastung der Luft beträgt etwa 10 bis 20 ng/m³ /7, 8/. Mit der Nahrung und über die Atemluft werden täglich etwa 20 µg Quecksilber aufgenommen /9/.

3.1 Gefährliche Eigenschaften von Quecksilber

Die korrekte farbige Abbildung der Piktogramme entnehmen Sie der beiliegenden Betriebsanweisung.

Einstufung und Kennzeichnung nach CLP-Verordnung mit neuen Kategorien und Piktogrammen

Piktogramme:



Signalwort: Gefahr

Einstufung:

Reproduktionstoxizität Kategorie 1B

Akute Toxizität inhalativ – Kategorie 2

Spezifische Zielorgantoxizität (wiederholte Exposition) – Kategorie 1

Akut gewässergefährdend – Kategorie 1

Chronisch gewässergefährdend – Kategorie 1

Gefahrenhinweise – H-Sätze:

H360D Kann das Kind im Mutterleib schädigen.

H330 Lebensgefahr bei Einatmen.

H372 Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.

H410 Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

3.2 Chemische und physikalische Eigenschaften von Quecksilber

Dichte: 13,5 g/cm ³	Molekulargewicht: 201 g/mol
Schmelzpunkt: -38,9 °C	Siedepunkt: 356,7 °C
Dampfdruck bei 20 °C: 0,0016 mbar	
Dampfdruck bei 30 °C: 0,0037 mbar	
Dampfdruck bei 50 °C: 0,0169 mbar	
Dampfsättigungskonzentration bei 20 °C: 0,013 g/m ³	
Dampfsättigungskonzentration bei 30 °C: 0,030 g/m ³	
Dampfsättigungskonzentration bei 50 °C: 0,130 g/m ³	

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 zum Beispiel bei 810 °C = $7,05 \times 10^{-7}$ 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 zum Beispiel 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/.

3.3 Grenzwerte

Quecksilberdämpfe sind giftig. Es besteht die Gefahr einer kumulativen Wirkung. Auf der Basis arbeitsmedizinisch-toxikologischer Bewertungen wurde für die Quecksilberkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) von 20 µg/m³ festgelegt. Bis 2011 galt ein AGW von 100 µg/m³. Hierbei wird eine tägliche Belastungsdauer von acht Stunden berücksichtigt. Da im Allgemeinen zeitlich wechselnde Belastungen in der Raumluft auftreten, ist der Arbeitsplatzgrenzwert als Schichtmittelwert definiert. Bei Einhaltung dieses Grenzwertes kann davon ausgegangen werden, dass keine gesundheitliche Schädigung des Beschäftigten auftritt. Zusätzlich existiert ein Biologischer Grenzwert (BGW) für Quecksilber. BGW-Werte sind Grenzwerte im Harn oder Blut. Sie zeigen die tatsächliche Beanspruchung des Einzelnen durch gefährliche Stoffe. Auch eine Aufnahme über die Haut wird berücksichtigt.

Zusätzlich stuft die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (MAK-Kommission) Quecksilber in der MAK- und BAT-Werte-Liste als Stoff mit möglicherweise krebserzeugender Wirkung (Kategorie 3B) ein. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit überprüft Vorschläge der Senatskommission und entscheidet danach über eine Aufnahme in die Technischen Regeln für Gefahrstoffe. Die Einstufungen haben insofern noch keinen verbindlichen Charakter.

Arbeitsplatzgrenzwert für Quecksilber nach TRGS 900 /38/

- Schichtmittelwert (AGW): 20 µg Hg/m³
- Überschreitungsfaktor für erhöhte Exposition = 8 für eine Dauer von 15 Minuten, das heißt, dass über 15 Minuten maximal das 8-Fache des Grenzwerts erreicht werden darf. Auch eine längere Überschreitungsdauer bei entsprechend reduzierter Konzentration ist zulässig (zum Beispiel über 30 Minuten das 4-Fache des Grenzwertes). Der Schichtmittelwert darf für die gesamte Schichtbelastung nicht überschritten werden. Erhöhte Expositionen dürfen daher bei Ausschöpfung der zulässigen Konzentrationshöhe und -dauer maximal 4 Mal täglich auftreten, wobei dann gewährleistet sein muss, dass keine weitere Exposition erfolgt.
- Bemerkungen: Gefahr der Hautresorption, Gefahr der Sensibilisierung der Haut

Biologischer Grenzwert für metallisches Quecksilber und anorganische Quecksilberverbindungen nach TRGS 903 /39/

- BGW: 25 µg Hg/g Kreatinin im Urin, keine Beschränkung des Probenahmezeitpunktes
- BGW: 100 µg Hg/l im Vollblut, keine Beschränkung des Probenahmezeitpunktes

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, zugrunde gelegt. Das Basisschema zur Ableitung von Richtwerten für die Innenraumluft und die Richtwerte für Quecksilber wurden veröffentlicht /42, 43/. 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.

3.4 Messverfahren zur Ermittlung der Quecksilberkonzentration in der Luft

Zur Ermittlung der Quecksilberkonzentration in der Raumluft von Zahnarztpraxen beziehungsweise 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 beziehungsweise Atomabsorptionsfotometer 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-Dampfladungslampe 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 circa zwei Stunden. 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 Atomabsorptionsspektrometer bei einer Wellenlänge von 254 nm bestimmt /13/.
- Passive Diffusionsammler: 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 /14/.

3.5 Literaturlauswertung zur inhalativen Aufnahme

Aufgrund der Toxizität von Quecksilber wurden bereits sehr früh Untersuchungen zur Raumlufthebelastung 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 Raumlufthekonzentrationen im Bereich von 10 bis 50 µg Hg/m³ auftraten. Damals konnte der heute gültige Grenzwert überschritten worden sein. 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, Fachbereich Gefahrstoffe und Toxikologie, Bonner Straße 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 (beziehungsweise 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.

Autor/Jahr/Land	Nr. im Quellenverz.	untersuchte Objekte	Messort		mittlere Hg-Konz. [µg Hg/m ³]
			Raummitte	an der Person	
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	am Stuhl		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

Tabelle 2: Messungen in Zahnarztpraxen in den 80er-Jahren

*Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Luzern

Kessel et al. /15/ fanden bei Messungen in 19 deutschen Praxen mittlere Raumluftkonzentrationen von $3 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$, 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 und $1,5 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$. Bei den Untersuchungen wurde ein direktanzeigendes Messgerät (Messort am Behandlungsstuhl) und ein personengetragener Diffusionssammler eingesetzt, bei dem die Quecksilberwerte über den gesamten Arbeitstag aufsummiert wurden. Beide Messverfahren lieferten weitgehend übereinstimmende Resultate. Bei Nilsson et al. /16/ wurden bei Messungen in 82 Praxen in Schweden durchschnittliche Quecksilberkonzentrationen in der Luft von 1,5 bis $3,6 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$, gemessen am Behandlungsstuhl, festgestellt. Die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt fand bei Untersuchungen in drei Praxen ähnliche Werte von 2 bis $5 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ /6/.

Abweichend hiervon wurden in zwei Studien aus Kanada /17/ und den USA /18/ höhere Werte gefunden. Bei Skuba /17/ traten bei 77 Prozent von insgesamt 35 Praxen in der Atemluft der Beschäftigten Konzentrationen unterhalb von $20 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ auf, bei 23 Prozent lag der Wert zwischen 20 und $49 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$. Schichtmittelwerte oberhalb von $50 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ 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 Prozent der Praxen wurden in der Raumluft in Atemhöhe Quecksilberdampfkonzentrationen unterhalb von $10 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ gefunden, in 32 Prozent der Praxen lagen die Werte maximal bei $20 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$. Höhere Belastungen von 20 bis $50 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ und darüber konnten Praxen zugeordnet werden, die zum Beispiel spezielle offene Amalgamatoren verwendeten oder Überschussamalgam ausdrückten. Konzentrationen oberhalb von $50 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ wurden nicht differenziert dargestellt, da in den USA hier bereits der Grenzwert erreicht ist. Vergleichsweise traten bei nur 0,6 Prozent der Praxen, in denen vordosierte Kapseln verwendet wurden, Werte oberhalb von $50 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ auf, jedoch bei neun Prozent der Praxen, in denen das Quecksilber dosiert werden musste.

Expositionsspitzen

Beim unmittelbaren Umgang mit metallischem Quecksilber, zum Beispiel 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 kurzzeitig 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 Füllungsfläche kommen kann, zu nennen: Beim Ausbohren von Füllungen mit Turbinenbohrern oder beim Polieren ohne effektive Absaugung können hohe Quecksilberdampfkonzentrationen 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 $50 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ /2, 10,11/. Kropp stellte für Praxen, die Dentomaten nutzten, mittlere Raumluftkonzentrationen von $8,2 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ fest. Auch bei Verwendung der heute üblichen vordosierten Einmalkapseln sind während des

Autor/Jahr/Land	Nr. im Quellenverz.	Arbeitsgang	Messort			Dauer des erfassten Arbeitsganges (min)	Hg-konz. für die Dauer des Arbeitsganges ($\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$)	Mittlere Raumluftkonz. bei Anw. spezieller Arbeitstechniken ($\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$)
			Raummitte	Nähe	an der Person			
		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		MW: 16 max. 30	
Chandler/71/USA	/21/	Ultraschallkondensation			X		max. 20	
		Polieren						
Mayer/75/D	/20/	Gummipolierer trocken			X	k.A.	MW: 29 beziehungsweise 1.250	
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 Angaben
Tabelle 3: Quecksilberexpositionsspitzen

Mischvorganges direkt am Kapselmischgerät Quecksilberkonzentrationen von $17 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ messbar /19/. Durch die beim Mischvorgang erzeugte Reaktionswärme treten unmittelbar beim Öffnen der Kapsel nach der Trituration Konzentrationen von $100 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ auf /22/. Für den Arbeitsgang des Füllens der Amalgampistole stellten Kessel et al. /15/ eine Konzentration von $12 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ in der Nähe des Patientenmundes und in Atemhöhe der Helferin fest. Beim manuellen Stopfen liegen die Werte im Bereich der Nachweisgrenze von $5 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$.

Polieren

Weitere Expositionsspitzen, hervorgerufen durch maschinelle Bearbeitung sowie Temperaturerhöhung (circa 65°C an der Füllungs Oberfläche /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 $1.250 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ (Spitze $3.000 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$), Kessel et al. /15/ konnten beim trockenen Polieren in der Nähe des Patientenmundes und in Atemhöhe des Arztes $10 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ messen. Wurde – wie heute üblich – nass poliert, verringerte sich der Wert um die Hälfte.

Ausbohren

Etwa seit 1970 (beziehungsweise 1990 neue Bundesländer) wurde nahezu ausschließlich unter Einsatz von Wasserspraykühlung, Speichelabsaugung sowie Zahnabsaugung ausgebohrt. Die kurzzeitig auftretenden Spitzenkonzentrationen wurden dadurch stark reduziert. Cooley et al. /12/ stellten für jeweils wenige Sekunden während des Ausbohrens Werte zwischen 20 und $50 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ im Atembereich des Zahnarztes fest. Vergleichbare Ergebnisse fand Skuba /17/.

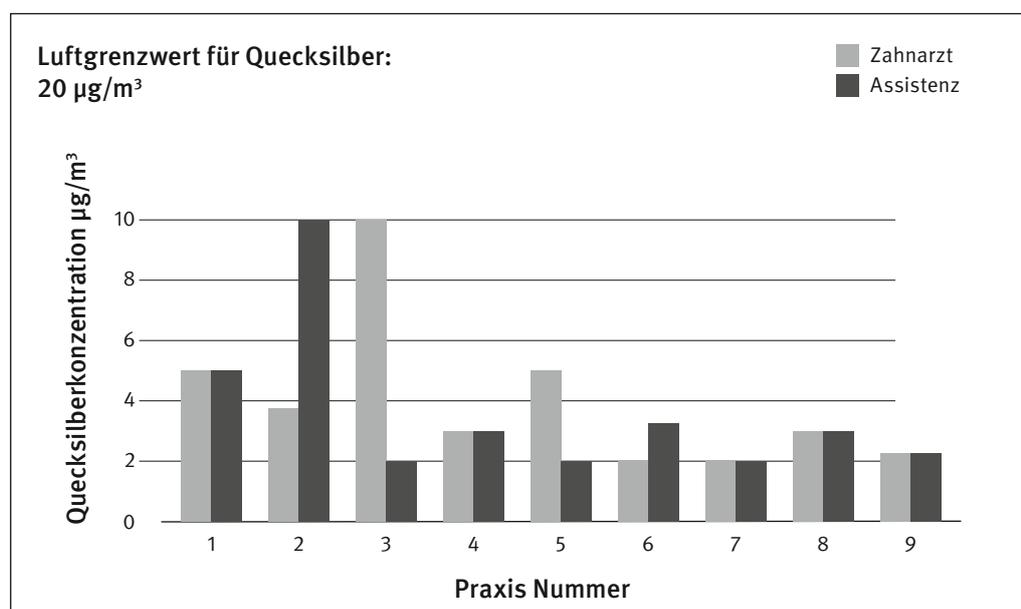
Aufbewahren

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 Quecksilberdampf nachweisbar. Bei Castagnola et al. /2/ wurde mit einem Messgerät unmittelbar neben einem mit Wasser bedeckten offenen Quecksilberrestebehälter nach vier Minuten ein Wert von $30 \mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ gemessen.

Fazit

Die vorliegenden Literaturdaten aus den 80er-Jahren belegen, dass der Arbeitsplatzgrenzwert in Zahnarztpraxen in Deutschland eingehalten wird. Die darüber hinaus existierenden Kurzzeitwerte

Abbildung 1: Quecksilberbelastung in Zahnarztpraxen



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 (siehe Abschnitt 3.3).

3.6 Messungen der BGW 1996

Im Jahr 1996 wurden vom Messtechnischen Dienst der BGW in neun Zahnarztpraxen standardisierte Expositionsmessungen nach TRGS 402 /37/ durchgeführt. Die Probenahme erfolgte mit einem diskontinuierlichen Messverfahren im Atembereich von Zahnarzt und Assistenz und zusätzlich mit einem direktanzeigenden Quecksilberanalysator im Atembereich des Zahnarztes. Die Messungen wurden auf der Basis eines vom Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz 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 bis 45 m³. Es wurden Non-gamma-2-Amalgame mit einem Quecksilberanteil von 46 bis 51 Prozent eingesetzt.
- Das Amalgam wurde in zwei Praxen mit Amalgamatoren zubereitet, in sieben 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 zwei Praxen wurde unter Zuhilfenahme eines Kofferdams ausgebohrt.
- Etwa 50 Prozent der im zahnärztlichen Bereich Tätigen trugen Mundschutz.
- Etwa 50 Prozent 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 sieben) und die Anzahl der Amalgambehandlungen war für den Messzeitraum von 52 bis 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 acht 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 Assistenz. 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 (C) und dem Grenzwert (AGW) ergibt ($SI = \frac{C}{AGW}$). Aus den Messergebnissen errechnet sich ein Stoffindex für Quecksilber von $\leq 0,5$. Der Luftgrenzwert für Quecksilber wird unter den vorgefundenen Arbeitsbedingungen eingehalten.

Mithilfe eines direktanzeigenden Quecksilberanalysators konnte die Grundbelastung in den Praxen sowie die Belastung bei einzelnen Tätigkeiten ermittelt werden. Die Grundbelastung im Raum, vor

der Aufnahme der Tätigkeit, lag in den Praxen zwischen weniger als 1 und 6 $\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$. Als Emissionsquellen, die unabhängig von den aktuellen Tätigkeiten mit Quecksilber auftreten, sind zu nennen:

- offene Abfallbehälter mit Überschussamalgam – in den aufgesuchten Praxen fast ausschließlich unter Wasser aufbewahrt,
- unverschlossen entsorgte Kapseln sowie
- Quecksilber, das sich durch unsauberes Arbeiten im Raum befindet.

Die Entfernung einer Amalgamfüllung inklusive Nacharbeit (zum Beispiel das Entfernen von Karies) dauert circa zwei Minuten. Innerhalb dieser Zeit wurden für Sekunden Konzentrationen von 2 bis 30 $\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ ermittelt. Das Legen einer Füllung dauert etwa drei bis vier Minuten. Für diesen Vorgang wurden kurzzeitig Konzentrationen im Bereich von 2 bis 20 $\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ gemessen. Der Poliervorgang dauert etwa eine Minute. Für mehrere Sekunden wurden Konzentrationen im Bereich von 3 bis 24 $\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ gemessen. Die Kurzzeitwertbedingungen werden aufgrund der kurzen Dauer der Expositionsspitzen 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 /37/ verwendet werden.

3.7 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 3.3).

Bei der dermalen Quecksilberexposition 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). Beim 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 zwei Wochen bis einmal 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 insgesamt 38 Beschäftigten im Jahr 1980 bei Zahnärzten in einem Abstand von einem Zentimeter über den Fingern Durchschnittswerte von 25 $\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$ und bei Zahnarzthelferinnen wesentlich höhere Werte von 80 $\mu\text{g Hg}/\text{m}^3$. Möglicherweise berühren Helferinnen das Silberamalgam häufig mit den Fingern.

Sofern Quecksilber ausschließlich in vordosierten Kapseln verwendet wird und Handschuhe beim Umgang mit Quecksilber beziehungsweise Amalgam getragen werden, ist praktisch kein Hautkontakt mehr gegeben.

3.8 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 oder 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 unter anderem 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.

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

Tabelle 4:
Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte /24, 44/

Der HBM-II-Wert ist als „Interventionswert“ konzipiert. Bei Überschreitung sind Maßnahmen erforderlich und Belastungsquellen müssen ausgeschaltet werden /24/. Für beruflich Exponierte ist der BGW-Wert als Beurteilungskriterium heranzuziehen. Der BGW-Wert für die Konzentration im Urin liegt bei 25 µg Hg/g Kreatinin, für die Konzentration im Blut bei 100 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 (das heißt erkennbare physiologische beziehungsweise pathophysiologische Veränderungen). Bei längerfristiger Exposition gegenüber Quecksilberdämpfen hat sich eine eindeutige Korrelation der Höhe der Raumluftkonzentration 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 BGW-Wertes lässt sich somit relativ sicher sagen, ob eine längerfristige Exposition vorgelegen hat, die Befürchtungen für eine gesundheitliche Beeinträchtigung rechtfertigen oder nicht. Für die arbeitsmedizinische Untersuchung ist zusätzlich die entsprechende Leitlinie zu beachten /29/.

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, 46/. 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- bis 20-Fache /25/. Die Methode lässt aber keine bessere oder zusätzliche Aussage für das Maß der äußeren und inneren Belastung beziehungsweise Beanspruchung durch anorganisches Quecksilber zu. Die DMPS-Methode lässt auch keine bessere, wissenschaftlich abgesicherte toxikologische Beurteilung gegenüber der Untersuchungsmethode für die BGW-Beurteilung zu. Im Gegensatz zur Spontanausscheidung ist die Ausscheidung von Quecksilber nach DMPS-Gabe von zusätzlichen Parametern (zum Beispiel Resorptionsrate, Bioverfügbarkeit) abhängig. Da mit der DMPS-Methode toxikologisch und arbeitsmedizinisch keine besseren Aussagen gegenüber der Messung der Spontanausscheidung von Quecksilber im Urin (BGW-Wert) gemacht werden, gegebenenfalls 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, 45/.

Im Rahmen der von der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege 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 Urinausscheidung 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 Grenze von 5 µg Hg/l und der biologischen Arbeitsplatztoleranz (Faktor 20–70). Für Zinn existiert kein BGW-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 beziehungsweise 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 BGW-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) und 3,7 µg Hg/l (max. 14,7 µg Hg/l, Zahnarzhelferinnen). Mitarbeiter, 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. /8/ ermittelten bei Untersuchungen an insgesamt 314 schwedischen Zahnärzten und 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 Zahnarzhelferinnen wurden Werte von 3,8 µg Hg/l Blut (\pm 2,1 µg Hg/l) für Zahnärzte und 3,5 µg Hg/l (\pm 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 (\pm 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 bis 1983 durchgeführten Untersuchung an 4.272 US-amerikanischen Zahnärzten wurden Durchschnittswerte von 14,2 µg Hg/l im Urin gefunden. 4,9 Prozent der untersuchten Probanden wiesen Quecksilberkonzentrationen von mehr als 50 µg Hg/l auf und 1,3 Prozent Werte von mehr als 100 µg Hg/l /30/. Dies spiegelt den in Abschnitt 3.4 dargestellten Befund wider, dass die Raumluftbelastung in Praxen in den USA im Vergleich zu Praxen in Deutschland, der Schweiz und Schweden vergleichsweise hoch war.

3.9 Gesundheitliche Belastung

In der Literatur werden verschiedene neurotoxische Auswirkungen von Quecksilber auf neuropsychologische Funktionen (Depressionen, Antriebsstörungen, reduzierte motorische Reaktionsfähigkeiten) diskutiert. Die einzelnen Arbeiten widersprechen sich jedoch, sodass es keine überzeugenden Belege für neuropsychologische Funktionsstörungen beim Zahnarztpersonal gibt. Als Schlussfolgerung ergibt sich hieraus, dass mit einer angemessenen Arbeitshygiene (siehe Kapitel 4) die Quecksilberbelastung des Zahnarztpersonals so weit eingeschränkt werden kann, dass keine neurotoxischen Effekte zu erwarten sind. Regelmäßige betriebsärztliche Vorsorgeuntersuchungen sind nicht angezeigt, da die in der Literatur diskutierten neurotoxischen Effekte allenfalls im subklinischen Bereich liegen und sich somit einer Diagnostik entziehen.

4 Maßnahmen zur Minimierung der Belastung

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

Arbeitstechnik

- Quecksilber und Feilung in möglichst vordosierter Form verwenden (z. B. Einmalkapseln).
- Bei Verwendung von Amalgamatoren: Amalgamator in eine Auffangwanne stellen, Öffnen der Quecksilbervorratsflasche 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 Sprühen 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 oder Quecksilber vermeiden oder sofort entfernen.

Aufbewahrung von Quecksilberresten

- Quecksilber- oder 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 oder 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 Wassersprayszufuhr (Verkalkung) und Absauganlage (Absaugleistung) überprüfen.
- Betriebsanweisung für Tätigkeiten mit Quecksilber als Bestandteil zahnärztlicher Amalgame erstellen.
- Beschäftigte über den Umgang mit Quecksilber und Amalgam unterweisen, insbesondere zu Beginn der Berufsausübung.
- Beschäftigungsbeschränkungen und -verbote für werdende und stillende Mütter sind zu beachten. Werdende Mütter dürfen Quecksilber nicht ausgesetzt sein, d.h., die arbeitsbedingte Exposition darf nicht höher als die Hintergrundbelastung sein. Stillende Mütter dürfen mit den Tätigkeiten nur beschäftigt werden, wenn der Luftgrenzwert unterschritten ist.

Praxisausstattung

- 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, gegebenenfalls Fußböden oder Behandlungsstühle ersetzen, da sich dort in Ritzen und Spalten Quecksilberreste befinden können.
- Der Fußboden in den Behandlungsräumen sollte fugenlos und flüssigkeitsdicht sein.
- Nicht mehr verwendete Amalgamatoren entsorgen (z. B. kostenpflichtig über Herstellerfirma).

5 Quellenverzeichnis

- [1] Informationsschrift des Bundesgesundheitsamtes: Amalgame in der zahnärztlichen Therapie – 1992
- [2] Castagnola, L., Wirz, J.: Die Quecksilberverdampfung bei der Verarbeitung von Silberamalgame. SMfZ 83, Nr. 8, S. 922–946 (1973)
- [3] Dünninger, P., Klaiber, B.: Quecksilberdampf-abgabe 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 Ärzteverlag, 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., Bergström, 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., 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] IFA – Arbeitsmappe – Messung von Gefahrstoffen, Loseblattwerk, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, ISBN 978-3-503-02085-0
- [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 I. M., 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). Bundesgesundheitsblatt 42: 522–532 (1999)
- [25] Schiele, R.: Die Amalgamfüllung-Verträglichkeit. Dtsch. Zahnärztl. Z. 46, 515–518 (1991) 8
- [26] Smetana, R., Meisinger V., Sperr W., Jahn O.: Quecksilberkonzentrationen im Blut bei Zahnärzten, zahnärztlichem Hilfspersonal und Probanden mit Amalgamfüllungen. Zbl. Arbeitsmed. 35 (1985), S. 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. Brockhaus, A.: Untersuchungen zur Quecksilberbelastung der Bevölkerung. IV. Quecksilberbelastung von Zahnärzten, Zahnärztinnen und Zahnarzthelferinnen. Zbl. Hyg. 193, S. 318–328 (1992)
- [29] Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V. (DGAUM): Arbeiten unter Einwirkung von Quecksilber und seinen Verbindungen, www.dgaum.de
- [30] Naleway, C., Sakaguchi R., Mitchell E., Muller T., Ayer W. A., Hefferren J. J.: Urinary mercury levels in US dentists, 1975–1983: Review of Health Assessment Program. J. Am. Dent. Ass. 111 (1985), S. 37–42

- [31] Fachinformationen des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte, Berlin, Nr. 4/95
- [32] BGI/GUV-I 504-9 Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G9 „Quecksilber oder seine Verbindungen“, DGUV
- [33] BGR 250/TRBA 250 „Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege“, www.bgw-online.de
- [34] Wegscheider, W.: Autoklaven in der Zahnarztpraxis, BGW-Mitteilungen 2: 12–13 (2002)
- [35] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 23. Dezember 2004, zuletzt geändert am 18. Dezember 2008, BGBl I: 2768, aktuelle Fassung unter www.baua.de.
- [36] TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, www.baua.de
- [37] TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“, www.baua.de
- [38] TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, www.baua.de
- [39] TRGS 903 „Biologische Grenzwerte“, www.baua.de
- [40] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz), www.gesetze-im-internet.de
- [41] BGV A1 „Grundsätze der Prävention“, Internet www.bgw-online.de
- [42] Bundesgesundheitsblatt 39, 11: 422–426 (1996)
- [43] Link, B., Sozialministerium Baden-Württemberg, Stuttgart: Richtwerte für die Innenraumluft Quecksilber. Bundesgesundheitsblatt 2: 168–174 (1999)
- [44] 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)
- [45] Bekanntmachung des Umweltbundesamtes: Einsatz von Chelatbildnern in der Umweltmedizin? Stellungnahme der Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes. Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz 42, 10: 823–824 (1999)
- [46] Lichtnecker, H., Weihrauch, M.: Umweltmedizinische Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V.: Quecksilber. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 38,4: 210–212 (2003)
- [47] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006: ABl. L 353/1 vom 31.12.2008; einschließlich deren Anpassung

[48] SCHER (Scientific Committee on Health and Environmental Risks), Scientific opinion on the environmental risks and indirect health effects of mercury in dental amalgam, 6 May 2008. http://ec.europa.eu/health/ph_risk/risk_en.htm

[49] SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly-Identified Health Risks), Scientific Opinion on the Safety of Dental Amalgam and Alternative Dental Restoration Materials for Patients and Users, 6 May 2008. http://ec.europa.eu/health/ph_risk/risk_en.htm

Kontakt – Ihre BGW-Standorte

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)

Hauptverwaltung
Pappelallee 33/35/37 · 22089 Hamburg
Tel.: (040) 202 07 - 0
Fax: (040) 202 07 - 24 95
www.bgw-online.de

Ihre BGW-Kundenzentren

Berlin · Spichernstraße 2–3 · 10777 Berlin
Bezirksstelle Tel.: (030) 896 85 - 37 01 Fax: - 37 99
Bezirksverwaltung Tel.: (030) 896 85 - 0 Fax: - 36 25
schu.ber.z* Tel.: (030) 896 85 - 36 96 Fax: - 36 24

Bochum · Universitätsstraße 78 · 44789 Bochum
Bezirksstelle Tel.: (0234) 30 78 - 64 01 Fax: - 64 19
Bezirksverwaltung Tel.: (0234) 30 78 - 0 Fax: - 62 49
schu.ber.z* Tel.: (0234) 30 78 - 64 70 Fax: - 63 79
studio78 Tel.: (0234) 30 78 - 64 78 Fax: - 63 99

Delmenhorst · Fischstraße 31 · 27749 Delmenhorst
Bezirksstelle Tel.: (04221) 913 - 42 41 Fax: - 42 39
Bezirksverwaltung Tel.: (04221) 913 - 0 Fax: - 42 25
schu.ber.z* Tel.: (04221) 913 - 41 60 Fax: - 42 33

Dresden · Gret-Palucca-Straße 1 a · 01069 Dresden
Bezirksstelle Tel.: (0351) 86 47 - 57 71 Fax: - 57 77
Bezirksverwaltung Tel.: (0351) 86 47 - 0 Fax: - 56 25
schu.ber.z* Tel.: (0351) 86 47 - 57 01 Fax: - 57 11
BGW Akademie Tel.: (0351) 457 - 28 00 Fax: - 28 25
Königsbrücker Landstraße 4 b · Haus 8
01109 Dresden

Hamburg · Schäferkampsallee 24 · 20357 Hamburg
Bezirksstelle Tel.: (040) 41 25 - 29 01 Fax: - 29 97
Bezirksverwaltung Tel.: (040) 41 25 - 0 Fax: - 29 99
schu.ber.z* Tel.: (040) 73 06 - 34 61 Fax: - 34 03
Bergedorfer Straße 10 · 21033 Hamburg
BGW Akademie Tel.: (040) 202 07 - 28 90 Fax: - 28 95
Pappelallee 33/35/37 · 22089 Hamburg

Hannover · Anderter Straße 137 · 30559 Hannover
Außenstelle von Magdeburg
Bezirksstelle Tel.: (0511) 563 59 99 - 47 81 Fax: - 47 89

Karlsruhe · Philipp-Reis-Straße 3 · 76137 Karlsruhe
Bezirksstelle Tel.: (0721) 97 20 - 55 55 Fax: - 55 76
Bezirksverwaltung Tel.: (0721) 97 20 - 0 Fax: - 55 73
schu.ber.z* Tel.: (0721) 97 20 - 55 27 Fax: - 55 77

Köln · Bonner Straße 337 · 50968 Köln
Bezirksstelle Tel.: (0221) 37 72 - 53 56 Fax: - 53 59
Bezirksverwaltung Tel.: (0221) 37 72 - 51 00 Fax: - 51 01
schu.ber.z* Tel.: (0221) 37 72 - 52 00 Fax: - 51 15

Magdeburg · Keplerstraße 12 · 39104 Magdeburg
Bezirksstelle Tel.: (0391) 60 90 - 79 20 Fax: - 79 22
Bezirksverwaltung Tel.: (0391) 60 90 - 5 Fax: - 78 25

Mainz · Göttelmannstraße 3 · 55130 Mainz
Bezirksstelle Tel.: (06131) 808 - 39 02 Fax: - 39 97
Bezirksverwaltung Tel.: (06131) 808 - 38 22 Fax: - 39 98
schu.ber.z* Tel.: (06131) 808 - 39 77 Fax: - 39 92

München · Helmholtzstraße 2 · 80636 München
Bezirksstelle Tel.: (089) 350 96 - 46 00 Fax: - 46 28
Bezirksverwaltung Tel.: (089) 350 96 - 0 Fax: - 46 86
schu.ber.z* Tel.: (089) 350 96 - 45 01 Fax: - 45 07

Würzburg · Röntgenring 2 · 97070 Würzburg
Bezirksstelle Tel.: (0931) 35 75 - 59 51 Fax: - 59 24
Bezirksverwaltung Tel.: (0931) 35 75 - 59 00 Fax: - 58 25
schu.ber.z* Tel.: (0931) 35 75 - 58 55 Fax: - 59 94

*schu.ber.z = Schulungs- und Beratungszentrum

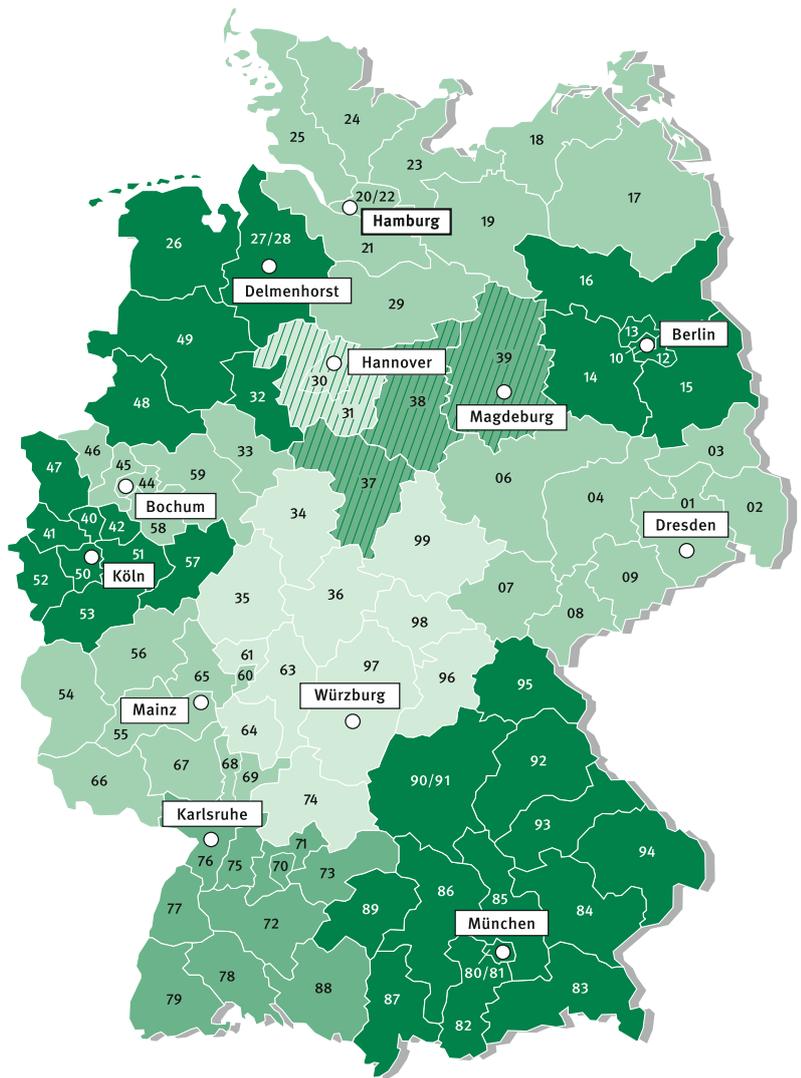
So finden Sie Ihr zuständiges Kundenzentrum

Auf der Karte sind die Städte verzeichnet, in denen die BGW mit einem Standort vertreten ist. Die farbliche Kennung zeigt, für welche Region ein Standort zuständig ist.

Jede Region ist in Bezirke unterteilt, deren Nummer den ersten beiden Ziffern der dazugehörigen Postleitzahl entspricht.

Ein Vergleich mit Ihrer eigenen Postleitzahl zeigt, welches Kundenzentrum der BGW für Sie zuständig ist.

Auskünfte zur Prävention erhalten Sie bei der Bezirksstelle, Fragen zu Rehabilitation und Entschädigung beantwortet die Bezirksverwaltung Ihres Kundenzentrums.



Beratung und Angebote

Gesundheits- und Sicherheitsmanagement

Tel.: (040) 202 07 - 48 62

Fax: (040) 202 07 - 48 53

E-Mail: gesundheitsmanagement@bgw-online.de

Medienbestellungen

Tel.: (040) 202 07 - 48 46

Fax: (040) 202 07 - 48 12

E-Mail: medienangebote@bgw-online.de

Versicherungs- und Beitragsfragen

Tel.: (01803) 670 671

Dieser Anruf kostet aus dem Inlands-Festnetz 0,09 Euro pro Minute, aus Inlands-Mobilfunknetzen maximal 0,42 Euro pro Minute.

Tel.: (040) 202 07 - 11 90

Dieser Anruf ist für Nutzer einer Flatrate inländischer Festnetz- oder Mobilfunkanbieter kostenlos.

E-Mail: beitraege-versicherungen@bgw-online.de

