
Amalgam – so schlecht wie sein Ruf?

Die Diskussion um eine mögliche gesundheitliche Gefährdung durch Zahnfüllungen aus Amalgam besteht seit vielen Jahren und hält unvermindert an. Seit 1998 unterliegen Amalgam und andere Zahnfüllungen dem europäischen und deutschen Medizinprodukterecht, das heißt, sie müssen geprüft und überwacht werden. Die möglichen Risiken einer Anwendung von Amalgam werden vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte erfasst und bewertet. Im Folgenden wird der wissenschaftliche Kenntnisstand zusammengefasst.

1. Stoffbeschreibung

Amalgam ist eine in der Zahnheilkunde häufig eingesetzte Füllungssubstanz. Es handelt sich dabei um eine Legierung, die in ihrer modernen Verarbeitungsform etwa zur Hälfte aus Quecksilber (Hg), zu einem Viertel aus Silber und zu je einem Achtel aus Zinn und Kupfer besteht. Gegenüber alternativen Werkstoffen wie Gold oder keramischen Massen bietet Amalgam verschiedene Vorteile: Neben der einfachen Handhabung, der guten Haltbarkeit und dem günstigen Preis ist es in einmaliger Behandlung einsetzbar und es bestehen langjährig gute Erfahrungen mit der Füllsubstanz bei hohen Behandlungszahlen. Zahnärzte verwenden Amalgam hauptsächlich für druckbelastete Füllungen im Seitenzahnbereich.

Für eine Beurteilung eventueller gesundheitlicher Risiken für Menschen mit Amalgamfüllungen ist insbesondere das Quecksilber ausschlaggebend. Man unterscheidet je nach physikalischen und chemischen Eigenschaften elementares Quecksilber, anorganische Quecksilber-Salze (z. B. Hg-II-Chlorid) und organische Quecksilberverbindungen (z. B. Methylquecksilber).

2. Exposition

Mechanische Beanspruchung beim Kauen und elektrochemische Korrosionsvorgänge setzen bei Amalgamträgern laufend sehr kleine Hg-Mengen frei. Diese Freigabe erfolgt auf drei Arten:

- Abrieb durch Kaubewegungen: Die Partikel werden vollständig über den Magen - Darmtrakt ausgeschieden
- Abgabe von ionisiertem Quecksilber aus dem Verdauungstrakt, das zu 10 - 15 % in den Blutkreislauf aufgenommen wird
- Austritt von Quecksilber als Dampf, von dem in der Lunge bis zu 80 % in das Blut aufgenommen werden.

Die hohe Resorption spricht dafür, dass der mengenmäßig wichtigste Aufnahmepfad die Inhalation von gasförmigem Hg ist. Auf Basis der gemessenen Freisetzungsraten lässt sich die toxikologisch bedeutsame resorbierte Tagesdosis ermitteln. Sie liegt bei etwa 2,2 bis 10 µg Hg pro Tag.

Tab. 1: Geschätzte Aufnahme (A) und Retention (R) von Quecksilber bei beruflichen nicht zusätzlich gefährdeten Personen (Aus: Hörsted-Binideslev 1993)

Modellvoraussagen für die Daten von	Tägliche Aufnahme in μg	Konzentration in ng/g			
		Blut	Urin	Gehirn	Nieren
SVARE ²⁹⁴	17,5	1,75	5,3	29	1563
ABRAHAM ¹	8,0	0,77	2,4	12	714
PATTERSON ²⁴¹	2,5	0,25	0,7	4	224
VIMY U. LORSCHNEIDER ³⁰⁷	2,9	0,29	0,9	4,3	259
Messwerte für 20 Amalgame			1,4	10,5	
Beruflich bedingte Exposition: 25 μg Hg/m ³	171	11	28	232	12548

Die Werte in den ersten 5 Zeilen wurden zusammengestellt und im Fall von Leber und Nieren in der letzten Zeile berechnet nach CLARKSO u. a. ⁵²; die Blut- und Urinkonzentrationen in der letzten Zeile wurden nach dem Verhältnis Luft : Blut : Urin, wie in ROELS u. a. ²⁵⁹ angegeben ermittelt; die Tagesaufnahme basiert auf 12 m³ inhalierter Luft, ein Wert, der in Grenzwertberechnungen für Arbeitsplatzkonzentrationen verwendet wird.

Tab. 2: Tägliche Quecksilberaufnahme aus Amalgam und Gleichgewichtskonzentrationen in biologischen Medien (Aus: Hörsted-Binideslev 1993) A = oral aufgenommene Menge, R = in das Blut aufgenommene Menge (Resorption)

Umweltquelle	Quecksilberdampf (μg Hg/Tag)		Anorganische Hg-Verbindungen (μg Hg/Tag)		Org. Hg-Verbindungen (μg Hg/Tag)	
	A	R	A	R	A	R
Luft	0,03	0,024	0,002	0,001	0,008	0,006
Wasser	0	0	0,05	0,005	0	0
Nahrung:						
Fisch	0	0	0,06	0,042	2,4	2,3
Sonstige	0	0	4,2	0,29	0	0
Gesamt	0,040	0,032	4,32	0,337	2,408	2,306
Dentalamalgam	3,8-21	3,1-17	0	0	0	0

Der Beitrag von Hg aus Amalgamfüllungen zur täglichen Quecksilberzufuhr entspricht in etwa dem aus Fischprodukten in der Nahrung. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Amalgamträger ist davon auszugehen, dass die Hg-Gesamtexposition bei unter 5 μg pro Tag liegt.

3. Verteilung von Quecksilber im menschlichen Körper

Quecksilber aus Amalgam lagert sich im menschlichen Körper über das Blut vermehrt in der Lunge, im Gehirn, in Nieren und Leber ab, wobei zunächst die Mengen in den Organen mit der Aufnahmedosis ansteigen. Gleichzeitig scheidet der Körper Hg auch wieder aus, so dass nach einiger Zeit bei gleich bleibenden Aufnahmemengen ein Gleichgewichtszustand erreicht wird. Tab. 3 zeigt die Halbwertszeiten verschiedener Quecksilberverbindungen im Körper.

Durchschnittliche Quecksilbergehalte im Körper beruflich nicht belasteter Personen liegen bei etwa 5 µg/l Blut. Der Betrag aus Amalgamfüllungen macht dabei 0,5 - 1,5 µg aus.

Tab. 3: Halbwertszeiten von Quecksilber in menschlichem Gewebe nach Exposition gegenüber verschiedenen Quecksilberverbindungen (Aus: Hörsted-Bindslev 1993)

	Halbwertszeit in Tagen		
	Quecksilberdampf	Anorganische Quecksilberverbindungen	Methylquecksilber
Blut	15 - 30	25	50 - 90
Lunge	2	25	50 - 90
Nieren	64	53	50 - 90
Hirn	19	23	50 - 90
Gesamtkörper	58	50	50 - 90

4. Wirkung und toxikologische Bewertung

4.1 Akute und chronische Wirkungen hoher Dosen

Die kurzzeitige Einwirkung hoher Hg-Dampf-Konzentrationen (1 - 3 mg/m³) führt zu akuten Vergiftungserscheinungen (Lungenreizung, Fieber etc.). Bei Langzeitexposition mit Konzentrationen von 0,1 - 0,2 mg Hg/m³ treten chronische Vergiftungssymptome auf (Gliederzittern, Reizbarkeit), Begleitsymptome sind Zahnfleischentzündungen, vermehrter Speichelfluss und ein metallischer Geschmack im Mund.

Bereiche niedrigerer Konzentrationen können bei besonders empfindlichen Personen ebenfalls schon Symptome ("präklinische Wirkungen") hervorrufen. Dies sind etwa erhöhte Ausscheidungen von Enzymen und von Albumin im Urin. Bei einer Exposition unterhalb von 0,1 mg Hg/m³, was Blutkonzentrationen von 35 µg Hg/l ergibt, wurden auch subjektive Beschwerden wie Appetitlosigkeit, Gewichtsverluste, Schwächeanfälle und Müdigkeit registriert, für welche aber ein kausaler Zusammenhang mit einer erhöhten Hg-Exposition aussteht.

4.2 Bewertung von Hg aus Amalgamfüllungen

Sinnvollerweise werden für die Bewertung Hg-Konzentrationen in Blut und Urin herangezogen.

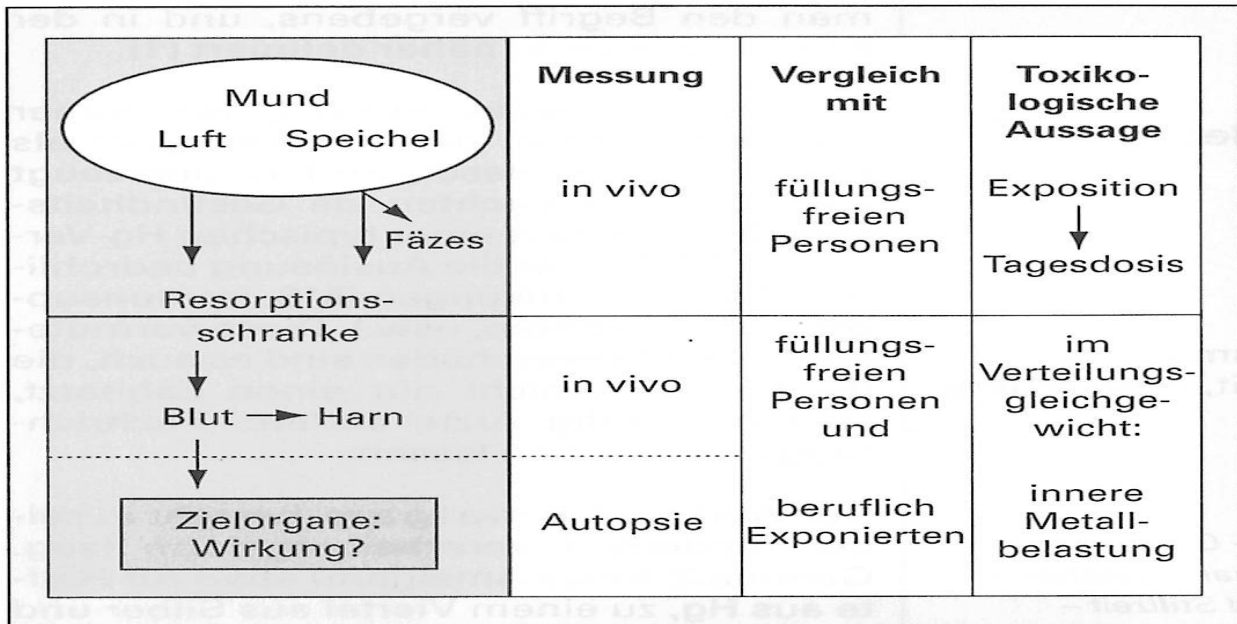


Abb. 1: Belastung des Organismus durch Dentalmetalle als Grundlage für die Risikobewertung (Aus: Halbach 2003)

Hg im Urin

Das Gesamt-Hg im Harn gilt als repräsentativ für die Belastung des Körpers mit Amalgam assoziiertem Hg, da das mit der Nahrung aufgenommene Methyl-Hg nicht über die Nieren ausgeschieden wird. Die Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes hat 1998 den Referenzwert für Quecksilber im Urin mit 1,4 µg/l (bzw. 1,0 µg/g Kreatinin) für Kinder und Erwachsene angegeben. Im Rahmen des Umwelt-Surveys, einer umfangreichen Studie für die deutsche Allgemeinbevölkerung wurden durchschnittliche Harn-Hg-Werte von 0,54 µg/l bei Personen ohne Amalgamfüllungen und 2,22 µg/l bei Amalgamträgern ermittelt (Becker et al. 1997).

Diese Werte werden den gesundheitlich relevanten Schwellenwerten gegenübergestellt. Solche Schwellenwerte für Hg-Konzentrationen im Blut lassen sich aus den Erfahrungen der Quecksilber-epidemien in Japan (Minamata-Krankheit) und dem Irak sowie neueren epidemiologischen Studien ableiten. Dazu zählt der LOEL-Wert (LOEL- lowest observed effect level), eine statistisch ermittelte Dosis, bei der erste Wirkungen auftreten können. Ihn gibt die WHO im Harn mit 40 - 130 µg/l (30-100 µg/g Kreatinin) an. Ein weiterer Schwellenwert zur toxikologischen Bewertung ist der BAT-Wert (= biologischer Arbeitsstofftoleranzwert), ein vom LOEL -Wert abgeleiteter Wert zu Vermeidung von Gesundheitsstörungen bei beruflicher Exposition. Er liegt für Hg bei 100 µg/l Harn. Zudem hat die Human-Biomonitoring-Kommission auch HBM-Werte * für Urin festgelegt.

HBM-I-Wert (Prüfwert): 5 µg/g Kreatinin

HBM-II-Wert (Interventionswert): 15 µg/g Kreatinin

* Unterhalb des HBM-I-Wertes ist mit keiner gesundheitlichen Beeinträchtigung zu rechnen, zwischen HBM-I und HBM-II liegt ein Prüf- oder Kontrollbereich, innerhalb dessen es keine verlässlichen Belege für eine Gefährdung der Gesundheit gibt. Eine Überschreitung von HBM-II sollte Anlass für eine Kontrolle des Befundes und ggf. Einleitung geeigneter Maßnahmen sein.

Die Quecksilbergehalte, die sich aus Amalgamfüllungen im Urin einstellen, liegen deutlich unterhalb dieser Schwellenwerte.

Hg im Blut

Der Einfluss von Amalgam auf die Hg-Werte im Blut ist schwerer nachzuweisen, da die Blutkonzentrationen sehr von dem nahrungsbedingten Methyl-Hg abhängen. Aber auch hier zeigt der Vergleich der Referenzwerte für Gesamt-Hg (1,5 bzw. 2,0 µg/l für Kinder bzw. Erwachsene) mit den Schwellenwerten (BAT-Wert: 50 µg, HBM-I-Wert 5 µg/l, HBM-II-Wert 15 µg/l), dass große Abstände zu möglichen Wirkungsschwellen bleiben.

Abb. 2 fasst die Referenz- und Biomonitoringwerte für Quecksilbergehalte in Harn und Blut zusammen.

Referenzwerte			Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte		
Analyt und Probenmaterial	Personengruppe	Referenzwert	Personengruppe	HBM-I	HBM-II
Quecksilber (Hg) im Vollblut (HBM-Kommission 1998b, 1999b)	Kinder (6-12 Jahre) bei einem Fischkonsum bis zu dreimal im Monat	1,5 µg/l	Kinder und Erwachsene	5 µg/l	15 µg/l
	Erwachsene (25-69 Jahre) bei einem Fischkonsum bis zu dreimal im Monat	2,0 µg/l			
Quecksilber (Hg) im Urin (HBM-Kommission 1998b, 1999b)	Kinder (6-12 Jahre) und Erwachsene (25-69 Jahre) ohne Amalgamfüllungen	1,0 µg/ Crea. bzw. 1,4 µg/l	Kinder und Erwachsene	5 µg/g Crea. bzw. 7 µg/l	20 µg/g Crea bzw. 25 µg/l

Abb. 2: Referenz- und Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte für Quecksilber der Kommission Humanbiomonitoring des Umweltbundesamtes (Aus: Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes 2000)

4.3 Mögliche andere Wirkungen

Die Liste von Symptomen, die ohne wissenschaftliche Grundlage in Zusammenhang mit Amalgamfüllungen gebracht werden, ist lang. Sie reichen von Kopfschmerzen, über asthmatische Beschwerden, Ekzeme, Schwindelgefühle, Magen-Darm-Beschwerden bis hin zu Müdigkeit, vermehrtem Speichelfluss, Schlaflosigkeit und Angstgefühlen.

In der Gesamtbevölkerung reagieren etwa 1 - 4 % aller Ekzempatienten, an denen Allergietests durchgeführt werden, mit verschiedenen Überempfindlichkeitsreaktionen auf das Quecksilber der Amalgamfüllungen. Dies sind u. a. Reaktionen der Mundschleimhäute (Rötungen, Zahnfleischentzündungen). Andere Überempfindlichkeitssymptome wie Ekzeme oder Nesselsucht als Reaktion sind extrem selten.

Das Auftreten elektrischer Ströme (sog. galvanische Ströme) durch das Vorhandensein verschiedener Metalle in der Mundhöhle wird von manchen Wissenschaftlern für die verschiedensten Krankheitssymptome bei Amalgamträgern verantwortlich gemacht. Nerven- oder Muskelzellen sollen dadurch elektrisch stimuliert und vermehrt Hg-Ionen in Dampfform freigesetzt werden, was zu einer erhöhten Hg-Belastung des Organismus führt. Zwar sind diese Ströme sehr schwach, können aber einer schwedischen Studie zufolge durchaus unangenehme Empfindungen und Geschmackserlebnisse hervorrufen ("oraler Galvanismus").

Die erhöhte Hg-Freisetzung beim Entfernen alter Füllungen bewirkt für einige Tage bis Wochen einen geringen Anstieg der Hg-Konzentration in Blut und Urin, auf den ein stetiger Abfall entsprechend der Ausscheidungshalbwertszeit unter die Werte vor der Entfernung folgt, bis schließlich, bedingt durch die Hg-Zufuhr mit der Nahrung, gleich bleibende Werte erreicht werden. Manche Studien berichten über erhebliche Besserungen von Beschwerden nach Entfernung der Amalgamfüllungen, verweisen dabei aber auf die wichtige Rolle des Placeboeffektes. Eine positive Wirkung trat immer dann ein, wenn sich Zahnärzte gleichzeitig den Patienten besonders intensiv zuwandten und die positiven Effekte einer Entfernung der Füllungen vorhersagten. Eine kontrollierte Studie über die tatsächliche therapeutische Wirkung der Amalgamentfernung liegt bislang nicht vor.

5. Empfehlungen

Was Quecksilber aus Amalgamfüllungen betrifft, sind sich Behörden und Wissenschaft darin einig, dass es für nachteilige Wirkungen auf die Gesundheit nach gegenwärtigem wissenschaftlichen Kenntnisstand keine Begründung gibt.

Patienten mit Anzeichen für Überempfindlichkeitsreaktionen (vgl. Kap. 3.3) sollten von Allergologen untersucht werden, um einen Nachweis von eventuellen Zusammenhängen zu erbringen und ggf. Maßnahmen einzuleiten. Schwangeren empfiehlt das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes keine Amalgamfüllungen legen oder entfernen zu lassen, auch wenn es nach bisherigem Stand des Wissens keinen Beleg für eine Belastung des Ungeborenen gibt,

6. Verfahren zur Diagnose und Therapie von „Amalgamunverträglichkeiten“

Manche Ärzte propagieren zur Diagnose möglicher amalgambedingter Hg-Belastungen einen Test mit dem Komplexbildner DMPS, der normalerweise nur bei manifesten Vergiftungen zur beschleunigten Ausscheidung von Schwermetallen eingesetzt wird. Die bei dem Test übliche einmalige Bestimmung der Hg-Konzentration im Spontanharn wird für eine Beurteilung der Hg-Belastung als sinnlos eingestuft.

Als alternativmedizinische Verfahren werden auch Elektroakupunktur oder Lymphozytentransformationstests (LTT) zur Feststellung von sogenannten Amalgamunverträglichkeiten angeboten. Ein Nachweis für ihre Aussagekraft konnte bislang nicht erbracht werden.

Die so genannte Ausleitungstherapie, die manche Ärzte bei der Entfernung von Füllungen anbieten, bezeichnen Toxikologen angesichts der natürlichen Ausscheidung über die Nieren und der geringen zusätzlichen Hg-Belastung durch Amalgam als überflüssig.

7. Amalgam am Arbeitsplatz

7.1. Arbeitsplatzbelastung

Vor allem beim Anmischen von Amalgam sowie beim Entfernen alter Amalgamfüllungen ist zahnärztliches Personal Quecksilberdämpfen in erhöhtem Maße ausgesetzt. Die Quecksilberbelastung dieses Personenkreises ist demnach auch etwas höher als bei Personen, die am Arbeitsplatz nicht exponiert sind. Es werden daher verschiedene hygienische Anforderungen an die Praxisgestaltung, den Umgang mit Amalgam und den kontaminierten Instrumenten sowie die Abfallbehandlung gestellt. Die wichtigsten lauten:

- Verwendung von vorgefertigten Amalgamkapselsystemen reduziert die Hg-Werte in der Raumluft beträchtlich und vermeidet Fehler im Mischungsverhältnis.
- Ausreichende Belüftung der Behandlungsräume
- Verzicht auf Teppichböden, deren wirksame Reinigung nicht möglich ist, und Verwendung von durchgehenden Bodenbelägen
- Beim Entfernen von Amalgamfüllungen sollten Absauggeräte verwendet werden, um die Luftkonzentrationen im Atembereich von Personal und Patienten möglichst niedrig zu halten.
- Das Verschütten von Quecksilber in Zahnarztpraxen bildet die bedeutendste Quelle der Hg-Belastung. Sofortiges Öffnen der Fenster zur Reduzierung der Luftkonzentrationen ist hier am wichtigsten. Mit Zinnpulver oder dem Absauger aus der Praxis kann das Amalgam dann entfernt werden.

7.2. Amalgamabfälle

Amalgamreste an Instrumenten sowie übrige mit Hg verunreinigte Abfälle sind getrennt zu sammeln und in verschlossenen Behältern aufzubewahren. In Deutschland ist auch die Installation von Amalgamabscheidern in Zahnarztpraxen vorgeschrieben. Sie zentrifugieren oder sedimentieren die Abfälle mit dem Ziel, dass sich Hg-Gehalte in Abwasser und Klärschlamm verringern. Die Schlämme aus dem Abwasser sind entsprechend fachgerecht zu entsorgen.

Abgebrochene oder gezogene Zähne mit Amalgamfüllungen gelangen mit festen Abfällen normalerweise in Müllverbrennungsanlagen oder auf Deponien, wobei Quecksilberanteile in Dampfform entweichen. Dasselbe passiert bei der Feuerbestattung von Toten mit Amalgamfüllungen. Nur wenige Krematorien sind bereits mit entsprechenden Filtern ausgestattet, so dass bei Temperaturen um 800 Grad Celsius Hg zu 100 % als Dampf entweicht. Schwedische Krematorien setzen so jährlich etwa 200 kg Hg als Dampf frei, was etwa 10 % der geschätzten Gesamtfreisetzungsmenge in die Umwelt ausmacht. Amalgamfüllungen von erdbestatteten Toten setzen im Laufe der Zeit ebenfalls im Boden Quecksilber frei.

8. Alternativen zu Amalgamfüllungen

Angesichts der geschilderten Arbeitsplatzbelastungen stellt sich die Frage nach geeigneten Alternativmaterialien. Da aber Amalgam sehr viele Vorteile in sich vereinigt (langlebig, belastungsbeständig, billig), hält bisher kein Füllmaterial, das alle Anforderungen erfüllt, einem Vergleich stand. So sind Gold- oder andere Gussfüllungen (Inlays) sehr viel teurer und trotz ihrer größeren Stabilität in Bezug auf ihre Haltbarkeit dem Amalgam nicht immer überlegen.

Keramikfüllungen wurden in letzter Zeit vermehrt verwendet, da sie eine hohe Stabilität aufweisen und auch ästhetischer sind als manche andere Materialien. Es fehlen aber noch Langzeituntersuchungen, die eine abschließende Bewertung erlauben. Die naheliegendste Alternative zu Amalgam sind derzeit Kompositfüllungen (Kunststoff), aber auch dieses Material hat entscheidende Nachteile (höheres Allergenpotential, geringere Abriebfestigkeit, höhere Misserfolgsquote), die es in der Materialentwicklung noch auszuschalten gilt.

Literatur

Becker, K. et al. (1997): Umwelt-Survey 1991/92. Band VII. Quecksilber – Zusammenhanganalyse. WaBoLu-Hefte 6/96, Berlin

Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2003): Amalgame in der zahnärztlichen Therapie – Eine Informationsschrift des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte. Bonn

GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit & Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (1998): Amalgam. – In: Lose-Blatt-Sammlung der Zentralen Informationsstelle Umweltberatung Bayern.

Halbach, S. (2003): Amalgam. Gesundheitsrisiko und interdisziplinäres Problem? Internist.prax. 43: 441-450. Hans Marseille Verlag GmbH München

Halbach, S. (1995): Fakten und Zahlen: Quecksilber aus Amalgamfüllungen. Pharmazeut. Zeitung, 140, 1001-1005

Hörsted-Bindslev, P., et al. (1993): Amalgam - eine Gefahr für die Gesundheit? - Deutscher Ärzte-Verlag, Köln

Institut der deutschen Zahnärzte (1988): Amalgam - Pro und Contra. Deutscher Ärzteverlag, Köln

Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes (2000): Zur umweltmedizinischen Beurteilung von Human-Biomonitoring-Befunden in der ärztlichen Praxis. – Umweltmed.Forsch.Prax 5,3:177-180

Otto, M. & K.E. v. Mühlendahl, (2004): Amalgam. – Aus: Allergie – Umwelt – Gesundheit – sachlich – verständlich - praxisnah

Schiek, R. (1988): Amalgamfüllungen und Schwangerschaft. - Hamburger Ärzteblatt 42: 52-53

Socialstyrelsens Expertgrupp (1987): Schwedisches Amalgam-Gutachten in Übersetzung von Prof. Landt, Uddinge, Schweden

Strubelt, O., Schiele, R. und C.-J. Estler (1988): Zur Frage der Embryotoxizität von Quecksilber aus Amalgamfüllungen. - Zahnärztliche Mitteilungen 78, 6/88: 641-645

Stand: Juni 2004

Autorin: Ulrike Koller

Wissenschaftliche Beratung: Prof. Dr. Stefan Halbach, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Toxikologie