

Informationsblätter zum
Thema

Amalgam

*Ergebnis und Bewertung der auf der
"Öko 95 " in Ulm durchgeführten
Amalgam-Studie*



Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

Kontaktadresse:AK Umweltanalytik
72026 Tübingen
Postfach 210352
Tel. 07071/293112

1. Einleitung

Der Zahnfüllstoff *Amalgam* ist als mögliche Quelle einer toxischen Quecksilberbelastung seit langem im Gespräch. Nach wie vor wird kontrovers diskutiert, ob diese permanente Belastung zu toxischen Effekten beim Menschen führt.

Die Schulmedizin sieht keinen begründeten Verdacht für ein gesundheitliches Risiko; für sie ist der Nachweis einer Erkrankung durch *Amalgam* nicht erbracht. Die vom Patienten geschilderten Beschwerden werden meist als psychische Symptome eingestuft und behandelt. Auf der anderen Seite steht eine immer größer werdende Gruppe von Patienten, Ärzten und Wissenschaftlern, die in der permanenten Quecksilberbelastung die Ursache unterschiedlicher Krankheiten sieht.

Um der oben erwähnten *Amalgamproblematik* mehr Öffentlichkeit zu geben, und um einen Beitrag zu dieser Diskussion zu leisten, hat der Arbeitskreis Umweltanalytik der Universität Tübingen eine umfangreiche Studie zum Thema *Amalgam* geplant und auf der "Öko 95" in Ulm durchgeführt.

Ziel dieser Studie war es, mit Hilfe des sog. **Amalgam-Speicheltests** festzustellen, welche Menge an Quecksilber aus Amalgamfüllungen in den Mundspeichel freigesetzt wird und ob eine Korrelation zur Anzahl der vorhandenen Amalgamfüllungen besteht. Ein weiteres Ziel war es, die Chance des direkten Gesprächs mit Betroffenen zu nützen, und so etwas über die eventuell vorhandene Symptomatik einer Amalgambelastung zu erfahren.

2. Material und Methode

Der AK Umweltanalytik der Universität Tübingen hat auf der "Öko 95" in Ulm zum ersten Mal einen mobilen Speichel-Schnell-Test zum Nachweis von *Amalgam/Quecksilber* im Mundspeichel vorgestellt. Mittels modernster Meßtechnik (**Fließinjektions-Kaltdampf-Atomabsorption, Firma Perkin-Elmer, Bodenseewerk Überlingen, Deutschland**) und dem ent-

sprechendem "know how" war es möglich geworden, den Speicheltest so zu modifizieren, daß er:

- a). mobil und laborunabhängig durchgeführt werden kann
- b). eine sofortige Messung und Bewertung erlaubt
- c). besonders umweltfreundlich ist, da der Säure -und Lösungsmittelverbrauch auf 1/20 reduziert werden kann.

Die von uns angewandte Test-Methode erlaubt eine **Nachweisgrenze von 1ng Hg/Liter relativ (0,005ng absolut)** und wird derzeit von niemandem übertroffen.

Zur Durchführung des Amalgam-Speicheltests wurden von allen Probanden **zwei Speichelproben** abgegeben. Die **erste Probe** enthielt ca. 5ml Nüchternspeichel (mindestens 2 Stunden durfte nichts gegessen und getrunken werden). Die **zweite Probe** wurde nach 10-minütigem Kauen eines Kaugummis abgegeben. Was die Auswertung betrifft, so gibt **Probe 1 Auskunft darüber wieviel Quecksilber sich ständig im Speichel befindet. Mit Probe 2 kann außerdem noch die Menge an Quecksilber bestimmt werden, welche noch zusätzlich durch den Kauvorgang freigesetzt wird.** Aus Differenz und Höhe der beiden Quecksilberwerte kann ersehen werden, in welcher Menge Quecksilber aus Amalgamfüllungen freigesetzt wird. Unter Berücksichtigung der Anzahl der Amalgamfüllungen und der im Test anfallenden Speichelmenge ist es möglich, Qualität und Verarbeitung der Füllungen zu beurteilen und ein eventuell vorhandenes **toxikologisches Risiko** abzuschätzen.

Während der 4-tägigen Messe in Ulm wurden **285 Amalgam-Speicheltests** an Ort und Stelle durchgeführt. Weitere **174 Tests** wurden von Messebesuchern mitgenommen oder bestellt und später zur Analyse an die Uni Tübingen geschickt. Da einige der Tests nicht auswertbar waren (zu geringes Speichelvolumen, Blut im Speichel usw.), gelangten letztendlich 430 Speicheltests zur Auswertung.

3. Ergebnisse

3.1. Höhe und Verteilung der Quecksilberwerte im Speichel

Abb.1 zeigt die Quecksilberkonzentrationen im Speichel von 400 Testpersonen. Alle Proben wurden **vor dem Kauen** eines zuckerfreien Kaugummis (Nüchternspeichel) entnommen.

Bei 108 Personen (27%) wurden relativ niedrige Werte im Bereich von **1-10µg Quecksilber** pro Liter Speichel gefunden.

Weitere 176 Personen (44%) hatten Werte im Grenzbereich* von **11-25µg/Liter** zu verzeichnen. Die restlichen 116 Personen (29%) überschritten den erwähnten Grenzbereich zum Teil um ein Vielfaches. Insgesamt 48 Probanden zeigten Werte über **50µg/Liter** mit einem Spitzenwert von **297 µg Quecksilber** je Liter Speichel.

Abb.2 zeigt die Quecksilberkonzentrationen im Speichel aller 400 Testpersonen. Alle Proben wurden **nach dem Kauen** eines zuckerfreien Kaugummis entnommen.

Im Vergleich zu den Werten **vor dem Kauen** (Abb.1) trat eine deutliche Verschiebung ein. So sind in der Gruppe der relativ gering belasteten Probanden (1-10µg/Liter) nicht mehr **108 Personen (27%)** zu verzeichnen sondern **nur noch 8 Personen (2%)**. Auch die Gruppe der im Grenzbereich (11-25µg/L) liegenden Testpersonen nahm signifikant von 176 Personen auf 144 Personen ab. **Zugenommen** hatten dagegen die Werte über 25µg/L. In diesem Bereich gab es eine signifikante **Zunahme von 116 Personen auf 248 Personen** bzw. von **29% auf 62%**.

Besonders erwähnenswert sind die **10 Personen (2,5%)**, deren Werte im Bereich zwischen **300 und 600µg/Liter** liegen. Zusammen mit dem **Spitzenwert von 569µg Quecksilber/Liter Speichel** bilden diese eine Gruppe, die in Abb.1 (vor dem Kauen) gar nicht vertreten war.

*) Grenzbereiche Privater Labors, die den Speicheltest anbieten.

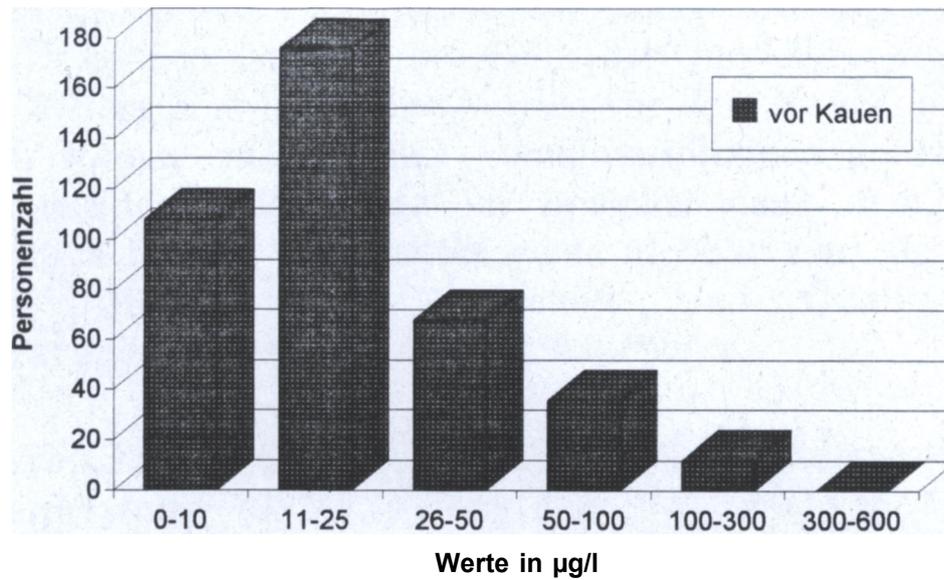


Abb.1 Quecksilberkonzentrationen im Speichel **vor dem Kauen** eines zuckerfreien Kaugummi, (n = 400)

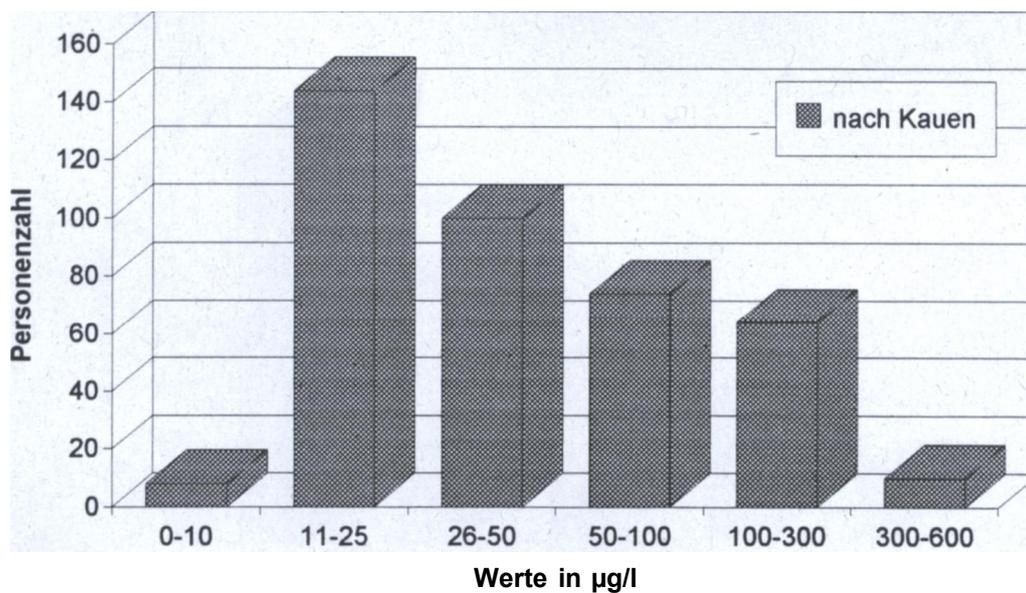


Abb.2 Quecksilberkonzentrationen im Speichel **nach dem Kauen** eines zuckerfreien Kaugummi, (n = 400)

Um Qualität und Verarbeitung von Amalgamfüllungen beurteilen zu können, ist außer **der Höhe** der Quecksilberwerte auch die **Differenz** zwischen den Werten **vor dem Kauen** und **nach dem Kauen** entscheidend. **Amalgamfüllungen gelten dann als minderwertig, wenn im Speichel nach dem Kauen deutlich höhere Quecksilberwerte meßbar sind. Je größer die Differenz desto schlechter sind Qualität und Verarbeitung der Füllungen zu beurteilen.**

In **Abb.3** sind die berechneten Differenzbeträge dargestellt. **156 Testpersonen (39%)** weisen eine Differenz von **1-10 µg Quecksilber/Liter Speichel** auf. Das heißt, durch das Kauen eines Kaugummis ist die Quecksilberkonzentration um 1-10 µg je Liter angestiegen. Weitere **100 Personen (25%)** weisen Differenzbeträge im Bereich von **11-25 µg/Liter** auf. Die restlichen **144 Personen (36%)** zeigen Differenzwerte bis zu **194µg Quecksilber/Liter Speichel (Wert 1=181µg/Liter, Wert 2 = 374µg/Liter)**.

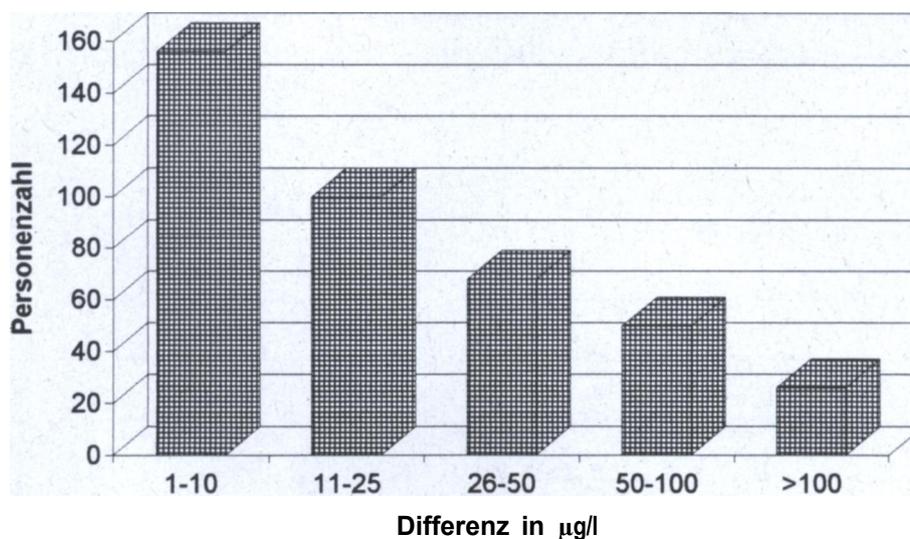


Abb.3 Differenz aus den Quecksilberwerten **vor** und **nach** dem Kauen eines zuckerfreien Kaugummis.

3.2. Vergleich der Quecksilberwerte im Speichel unterschiedlicher Personengruppen

Um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden die Testpersonen in **4 Gruppen** aufgeteilt:

Gruppe 1: Personen mit **1-10** Amalgamfüllungen (n = 142)

Gruppe 2: Personen mit **11-23** Amalgamfüllungen (n = 101)

Gruppe 3: Personen nach vollständiger Sanierung (n = 22)

Gruppe 4: Personen, die nie Amalgamfüllungen hatten (n=9)

Abb. 4 zeigt die durchschnittlichen Quecksilberwerte im Speichel der oben erwähnten **4** Probandengruppen. Für alle Gruppen sind die Werte sowohl vor als auch nach dem Kauen eines zuckerfreien Kaugummis aufgetragen.

Die Gruppen mit Amalgamfüllungen zeigen jeweils einen **signifikanten Anstieg der Quecksilberwerte in der Kauphase** ($p < 0.05$). Außerdem besteht ein **signifikanter Unterschied** bezüglich der Quecksilberwerte der Gruppen 1 und 2 in der Kauphase. Die Werte der Personen nach erfolgter Sanierung lagen zwischen **2,8 $\mu\text{g/L}$ und 11,4 $\mu\text{g/L}$** , und waren um den **Faktor 7 höher** als die Quecksilberwerte in der Gruppe derer, die nie Amalgamfüllungen hatten (**0,4 $\mu\text{g/L}$ bis 1,8 $\mu\text{g/L}$** , in drei Speichelproben war kein Quecksilber nachweisbar).

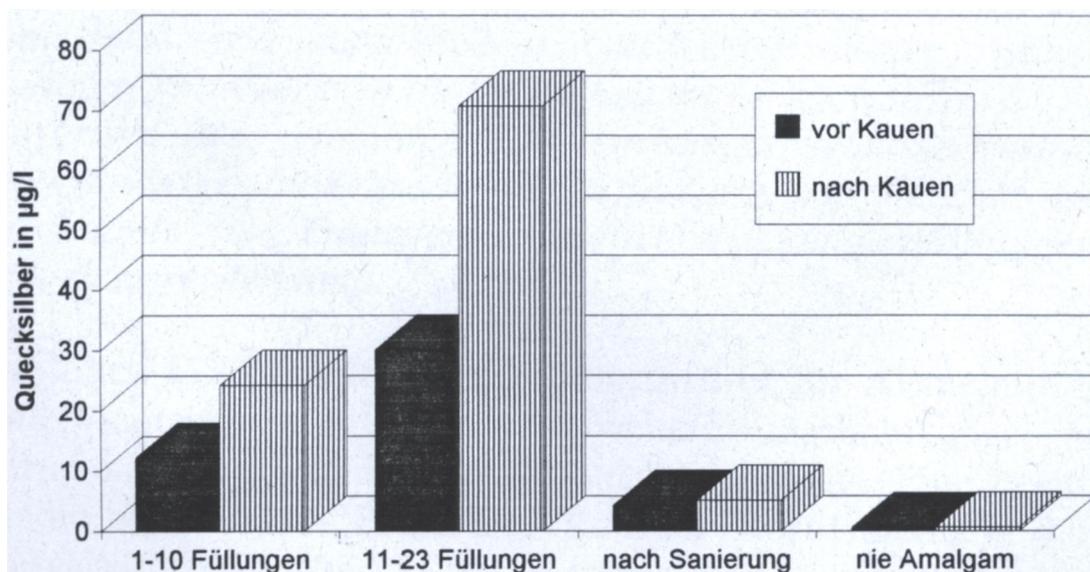


Abb.4 Quecksilberwerte im Speichel der 4 Probandengruppen

4. Bewertung der Testergebnisse

Um eine objektive Bewertung der vorliegenden Ergebnisse durchführen zu können, ist es notwendig, den derzeitigen Stand der Wissenschaft darzustellen. **Im Oktober 1992** veröffentlicht das **Bundesgesundheitsamt (BGA)** zu diesem Thema den folgenden Text:

"Noch vor 10 Jahren wurde vertreten, daß sich das in Amalgamfüllungen vorhandene Quecksilber nicht herauslösen könne. Heute ist unstrittig, daß zahnärztliche Amalgame zu einer Belastung des Organismus führen.

Neuere voneinander unabhängige Untersuchungen an Leichen, und mit Hilfe von radioaktiv markiertem Quecksilber, belegen, daß das aus Amalgamfüllungen freigesetzte Quecksilber in unterschiedliche Körpergewebe (Niere Leber, ZNS u.a.) eingelagert wird und hochsignifikant positiv mit der Zahl der Amalgamfüllungen korreliert. Berücksichtigt man diesen Aspekt, so ist es in einzelnen Fällen möglich, daß der von der WHO empfohlene Grenzwert einer täglichen Aufnahme von 43µg Quecksilber um ein Vielfaches überschritten wird (4,7,15,19)* Daß Amalgamfüllungen den größten Beitrag zur Belastung der Normalbevölkerung mit ionischem und metallischem Quecksilber leisten, wurde unlängst von Clarkson und Mitarbeitern veröffentlicht.

Aufgrund der genannten Untersuchungsergebnisse vertritt das Bundesgesundheitsamt die Auffassung, daß die Zahl der im Munde von Patienten befindlichen Amalgamfüllungen reduziert werden muß."

Im März 1995 wurden vom **Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM)** weitere Einschränkungen in bezug auf "Non-Gamma-2-Amalgame" angeordnet. Eine zweite Studie von **Herrn Prof. Dr. Drasch, Rechtsmedizin der Universität München** hatte ergeben, daß Quecksilber aus

mütterlichen Amalgamfüllungen auf Feten und Embryonen übergeht und sich dort in Gehirn und Nieren anreichert. Erstaunlich war dabei die Tatsache, daß die Quecksilbermenge in den Organen mit der Anzahl der Amalgamfüllungen der Mütter korrelierte. Da unter solchen Umständen eine Schädigung des empfindlichen fetalen Gehirns nicht mehr ausgeschlossen werden kann, wurde von Herrn Prof. Dr. Drasch zur Diskussion gestellt, ob Frauen im gebärfähigen Alter noch mit Amalgamen versorgt werden sollten.

Grenzwert und Berechnung

Die **Bewertung und Berechnung** der von uns ermittelten Ergebnisse erfolgt unter Berücksichtigung der oben erwähnten neuen Erkenntnisse sowie der vom **BGA** und vom **BfArM 1992** und **1995** bekanntgegebenen und zitierten Literatur. Als Grenzwert für die Berechnung der Quecksilberbelastung fand der von der **WHO** festgelegte und vom **BGA** akzeptierte sogenannte **ADI-Wert** (Acceptable Daily Intake) Verwendung.

Der **ADI-Wert** erlaubt eine tägliche Gesamtaufnahme von maximal **43 µg Quecksilber** bezogen auf einen normalgewichtigen Erwachsenen. Damit wird die tägliche Höchstmenge eines Stoffes festgelegt, die in den menschlichen Körper gelangen darf, ohne dabei Schaden anzurichten.

Bei der Berechnung der täglichen Gesamtbelastung an Quecksilber ist darauf zu achten, daß in bezug auf den **ADI-Wert** nicht die ins Blut resorbierte Menge ermittelt werden muß, sondern nur die in den Körper aufgenommene Menge. Daß diese Mengen differieren zeigt die Tatsache, daß nur **7%-12%** des über die Nahrung aufgenommenen Quecksilbers (Hg^+ , Hg^{2+}) auch resorbiert wird. Bei der Belastung durch Quecksilberdampf spielt diese Unterscheidung eine untergeordnete Rolle, da sich hier Resorption und Aufnahme nur geringfügig unterscheiden (Re-sorptionsrate **ca. 85%**).

Berechnung der täglichen Quecksilber-Gesamtbelastung bei Amalgamträgern

Um die tägliche Gesamtbelastung des Körpers mit Quecksilber abschätzen zu können, müssen folgende Ausnahmequellen berücksichtigt werden:

- 1.) Tägliche Aufnahme von Quecksilber aus Amalgamfüllungen**
- 2.) Tägliche Aufnahme von Quecksilber mit der Nahrung**
- 3.) Tägliche Aufnahme von Quecksilber über Wasser und Luft**

Wie im vorherigen Abschnitt schon erwähnt, ist in der neueren Literatur (1,2,,4,5,7,11,13,18,20,21,22) unbestritten, daß Amalgamfüllungen den größten Beitrag zur Belastung der Normalbevölkerung mit ionischem und metallischem Quecksilber leisten. Im Gesamten ist die Quecksilberaufnahme laut WHO aus Amalgamfüllungen um den Faktor 6,5 höher als die aus der Nahrung.

1.) Quecksilber im Speichel

Aus Amalgamfüllungen wird Quecksilber in beträchtlichem Maße an den Speichel abgegeben (2,7,9,10,11,18,25). Da Quecksilber im Speichel vorwiegend als ($\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}^{+}$) vorliegt, beträgt die gastroenterale Resorption ca. 7%-12% (2,4,9,25). Die Abschätzung der täglichen Quecksilberbelastung aus Speichelflüssigkeit kann mit Hilfe des **Amalgam-Speicheltests** erfolgen. Durch Ermittlung der Speichelflußrate vor und nach dem Kauen eines zuckerfreien Kaugummis erhält man das zur Berechnung notwendige Speichelvolumen. Die von uns ermittelten Volumina stimmen mit der Literatur (11,9,18) gut überein und betragen im Mittel:

Ruhespeichel = 40,5 ml/Stunde

Belastungsspeichel beim Kauen = 120 ml/Stunde

(Das Volumen des Belastungsspeichels ist unterschiedlich und wurde bei jeder Testperson individuell bestimmt. Der Durchschnittswert lag bei 120 ml/Stunde).

Unter Annahme einer täglichen Belastungszeit von 2,5 Stunden durch Nahrungsaufnahme, Zähneputzen usw. und einer Ruhephase von folglich 21,5 Stunden, gelangt man zu einer täglichen Speichelflußrate von:

Ruhespeichel (21,5 Std. x 40,5 ml) ergeben 871 ml/Tag

Belastungsspeichel (2,5 Std. x 120 ml) ergeben 300 ml/Tag

Mit Hilfe der gemessenen Speichelflußrate und der beim Speicheltest ermittelten Quecksilberwerte (vor und nach Kaugummikauen) läßt sich die tägliche Quecksilberbelastung durch den Speichel berechnen.

2. Quecksilberdampf im Mundraum

Aus Amalgamfüllungen werden **Quecksilberdampf** (Hg_0) und Quecksilberionen (Hg^{2+}) freigesetzt. Das Ausmaß der Exposition ergibt sich aus der Hg-Konzentration in der intraoralen Luft (**0,4 - 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**). Die gemessenen Konzentrationen korrelieren signifikant mit der Anzahl der Amalgamfüllungen. Bereits nach 10-minütigem Kauen kommt es zu einem Anstieg bis zu **64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Unter Berücksichtigung dieser gesteigerten Freisetzung von Hg_0 errechnet sich eine Aufnahmemenge über das Lungenepithel von **im Mittel 3 bis 21 $\mu\text{g}/\text{Tag}$** (21,22,1,8,13,15,18,).

Für die Berechnung der täglichen **Quecksilber-Gesamtbelastung** von Amalgamträgern müssen letztendlich folgende Parameter berücksichtigt werden:

- 1. Tägliche Aufnahme von Quecksilber über Speichel**
- 2. Tägliche Aufnahme aus intraoralem Quecksilberdampf**
- 3. Tägliche Aufnahme von Quecksilber mit der Nahrung**
- 4. Tägliche Aufnahme von Quecksilber über Wasser/Luft**

Unter Berücksichtigung der oben erwähnten Parameter wurde bei der Auswertung der Testergebnisse die folgende Gesamtbelastung an Quecksilber ermittelt:

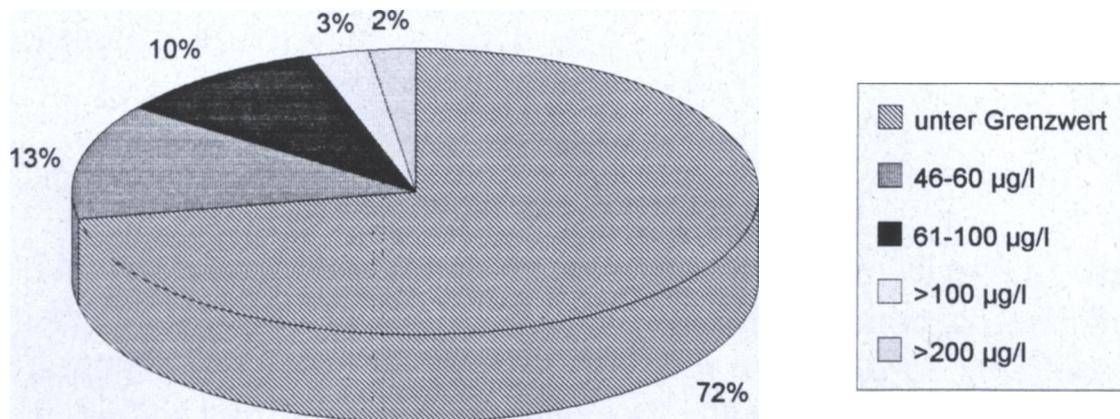


Abb. 5 Tägliche Gesamtbelastung an Quecksilber durch Amalgamfüllungen, Nahrung, Wasser und Luft.

Abb. 5 zeigt die täglich aufgenommene Menge an Quecksilber. **28%** der Testpersonen überschreiten den **Grenzwert der WHO** von **43µg/Tag** zum Teil um ein Mehrfaches. Da bei Quecksilberwerten dieser Größenordnung eine Beeinträchtigung der Gesundheit nicht mehr auszuschließen ist, sollte, wenn keine besonderen Hinderungsgründe vorliegen (Schwangerschaft, Laktation o.a.), eine Überprüfung/Sanierung der Amalgamfüllungen in Betracht gezogen werden.

Da die von uns ermittelte Speichelflußrate (**1,171 Liter/Tag**), wegen der mindestens 2-stündigen Flüssigkeitskarenz vor dem Test, deutlich zu niedrig angesetzt ist, dürfte die Quecksilber-Gesamtbelastung bei normaler Flüssigkeitszufuhr noch um **10-15%** höher ausfallen. Außerdem wird die im Test-Kaugummi

vorhandene Menge an Quecksilber, nach eigenen Messungen durchschnittlich **7,2 µg Hg** (0,8µg - 129µg) in der Berechnung der Gesamtbelastung nicht berücksichtigt. Dies wäre aber notwendig, da die im Test-Kaugummi vorhandene Quecksilbermenge normalerweise mit dem Speisebrei verschluckt wird. Zusammenfassend gesagt bedeutet dies, daß die von uns ermittelte Quecksilbergesamtbelastung eher als zu niedrig eingestuft werden muß.

Schlußfolgerung und Konsequenzen

Die durchgeführten Untersuchungen machen deutlich, daß Amalgamfüllungen **ständig** Quecksilber in unterschiedlichen Mengen freisetzen. Angesichts der von uns gemessenen Quecksilberkonzentrationen im Speichel (**28% der Testpersonen überschreiten den WHO-Grenzwert und 69% haben Werte größer 25µg/L, Spitzenwert 569µg/L**) muß von einer Gefährdung der Gesundheit von Amalgamträgern ausgegangen werden. Nach unserer Meinung ist bei ca. 28% der untersuchten Personen eine Überprüfung/Sanierung der Amalgamfüllungen in Betracht zu ziehen und mit der entsprechenden Technik (Kofferdamm, langsame Turbine, Absaugung und Sprayzufuhr) auch schonend durchführbar. Trotz aller Schutzmaßnahmen sollte während Schwangerschaft und Stillzeit jedoch generell auf eine Sanierung der Amalgamfüllungen verzichtet werden.

Bedenklich stimmt die Tatsache, daß die Speichelwerte aller Amalgamträger den **Trinkwassergrenzwert für Quecksilber (Laut WHO 0,5µg/Liter) deutlich überschreiten, zum Teil um mehr als das 1000-fache.**

Weiterhin halten wir für bedenklich, daß die Quecksilberdampf-Werte im Mundraum von Amalgamträgern um den **Faktor 100-1000 höher liegen** als die Werte der Luft in Industriegebieten. Industriegebiete im Mittel 0,02µg Hg/m Luft (10).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß sich der Amalgam-Speicheltest sehr gut zur Beurteilung der Qualität und Verarbeitung von Amalgamfüllungen eignet. Der Test kann mit relativ geringem finanziellem Aufwand viele Menschen vor gesundheitlichen Schäden bewahren, unnötige Sanierungen verhindern, und in vielen Fällen Klarheit in die bestehende, oft unbefriedigende Situation bringen.

Langfristig führt die Durchführung eines Speicheltests zur Entlastung der Krankenkassen, da die durch Amalgame hervorgerufenen Folgeerkrankungen vermieden werden. Aus diesem Grund sollten die Gesetzlichen Kassen die Kosten für Speicheltest und Sanierung bei all den Personen übernehmen, deren Werte den WHO-Grenzwert überschreiten.

Literaturliste

- 1.) Clarkson, T. et al.: The Prediction of Mercury Vapor from Amalgams. In: Biological Monitoring of Toxic Metals. Plenum Press, New York (1988)
- 2.) (BfArM) Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, Abwehr von Arzneimittelrisiken, Stufe 2,: Gamma-2-freie Amalgame als zahnärztliche Füllungswerkstoffe, 1.03.95
- 3.) BGA (1992), Amalgame- Nebenwirkungen und Bewertung der Toxizität. Zahnärztl. Mitteilungen 19, 10/92.
- 4.) Drasch, G. et al.: Einfluß von Zahnamalgam auf Quecksilberkonzentration in menschlichen Organen. Dtsch. Zahnärztl. Z. 47, (1992) 490-496
- 5.) Drasch, G. et al.: Mercury burden of human fetal and infant tissues. Eur J Pediatr (1994) 153: 607-610, Springer-Verlag.
- 6.) Drasch, G. et al.: Zahnamalgame und Schwangerschaft. Geburtshilfe und Frauenheilkunde 6, 55: M63-M65.
- 7.) Egglestone, D.W., et al.: J. Prosth. Dent. 58, (1987) 704.
- 8.) Goering, P.L., Galloway, W.D., Clarkson, T.W., Toxicity assessment of mercury vapor from dental amalgams. Fund. Appl. Toxicol 19; 319-329 (1992).
- 9.) Gerhard, I. et al.: Diagnostik von Schwermetallbelastungen mit dem peroralen DMPS-Test und Kaugummitest. Klin. Lab. 38:404-411.
- 10.) Gerhard, I., Runnebaum, B.: Geburtshilfe und Frauenheilkunde, 52(1992).
- 11.) Gradl, M., Labormed. 386, (1992).
- 12.) Lehrbuch der Toxikologie, Wissenschaftsverlag (1994).
- 13.) Lorscheider, F.L. Vimy, M.J. Mercury from dental Amalgam Lancet 336; 1578-1579(1990).
- 14.) Mitteilungen Landesgesundheitsamt 2/92.

- 15.) Nylander, M, et al.: Mercury concentration in the human brain and kidneys in relation to exposure from dental Amalgam Allings. Swed. dent. J. 11 (1987) 179.
- 16.) Ott, K., et al.: Dtsch. Zahnärztl. Z. 41 (1986).
- 17.) Reichl, F., et al.: Münch. med. Wschr. (1994).
- 18.) Schiele, R. et al.: Untersuchungen zur Quecksilberbelastung zahnmedizinischer Patienten durch Amalgame.
- 19.) Schiele, R.: Dtsch. Zahnärztl. Z. 8 (1991) 515.
- 20.) Schiele, R. et al.: Untersuchungen zum Quecksilbergehalt von Gehirn und Nieren in Abhängigkeit von Zahl und Zustand der Amalgamfüllungen. Pro und Kontra, Deutscher Ärzteverlag, Köln, (1990).
- 21.) Vimy, M.J., Lorscheider, F.I. Intra-oral air mercury released from dental amalgam. J. dent. Res. 64, 1069 (1985)
- 22.) Vimy, M.J., Lorscheider, F.I. Serial measurement of intra-oral air mercury: Estimation of daily dose from dental amalgam.
- 23.) Vimy, M.J., Takahashi, Y. Maternal-fetal distribution of mercury (203 Hg) released from dental amalgam fillings. Am. J. Physiol. 258; R939-R945 (1990)
- 24.) WHO Environmental Health Criteria, 118, Geneva, (1991)
- 25.) Daunderer, M.; Schiwara, H.W.: Klin. Lab. 38, 9/92.
- 26.) Zinke, T.: Amalgame in der zahnärztlichen Therapie Bundesgesundhbl. 12/92