



# **EMPFEHLUNGEN**

**für die Entsorgung von quecksilberhaltigen  
Abwässern und Abfällen aus Zahnarztpraxen**

## Mitglieder der Arbeitsgruppe

G. Borer	Luzern, Beauftragter für Umweltschutz der Schweizerischen Zahnärztesellschaft
Th. Conrad	Dübendorf, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
F. Conradin	Zürich, Stadtentwässerung
E. Eichhorn	Zürich, Stadtentwässerung; bis 19.11.1987
W. Fischer	Zürich, Kantonszahnarzt
H.R. Krähenbühl	Zürich, Stadtentwässerung; ab 2.6.1988
P. Leumann	Zürich, Amt für Gewässerschutz und Wasserbau
P. Leutert	Zürich, Stadtentwässerung; bis 19.11.1987
P. Liechti	Bern, Bundesamt für Umweltschutz
E. Müller (Vorsitz)	Bern, Bundesamt für Umweltschutz
J. Wirz	Winterthur und Basel, Universität Basel

### **Download PDF**

[www.umwelt-schweiz.ch/publikationen](http://www.umwelt-schweiz.ch/publikationen)  
(eine gedruckte Fassung ist nicht erhältlich)  
Code: VU-2309-D

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
I EINLEITUNG	1
II ZUSAMMENFASSUNG DER MASSNAHMEN	3
III VERWENDUNG UND ANFALL VON QUECKSILBER IN ZAHNARZTPRAXEN	5
IV RÜCKHALT VON AMALGAMABFÄLLEN IM ABWASSERBEREICH	7
V RÜCKHALT VON AMALGAMABFÄLLEN IM ABFALLBEREICH	13

## Anhänge

1 CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN DES QUECKSILBERS	15
2 DIE AUSWIRKUNGEN DES QUECKSILBERS AUF DIE UMWELT	17
3 RISIKEN FÜR DIE MENSCHLICHE GESUNDHEIT DURCH QUECKSILBER	19
4 PRODUKTION UND VERBRAUCH VON QUECKSILBER IN DER SCHWEIZ (Quelle: Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 79 "Quecksilber in der Schweiz")	21



## I            EINLEITUNG

Die Belastung der Gewässer, des kommunalen Abwassers und des Klärschlammes durch Quecksilber ist u.a. auf die Ableitung von Amalgam aus Zahnarztpraxen zurückzuführen. Wegen der hohen Toxizität des Quecksilbers darf nach den Bestimmungen der Verordnung über Abwassereinleitungen der Quecksilbergehalt von gewerblichen und diesen gleichgestellten Abwässern den Grenzwert von 0,01 mg/l nicht übersteigen. Da dieser Wert in den Abwässern aus Zahnarztpraxen überschritten wird, sind sie einer Vorbehandlung zu unterziehen.

Heute stehen erprobte Geräte zur weitgehenden Verringerung des Amalgamgehaltes derartiger Abwässer zur Verfügung. Eine auf Initiative des Tiefbauamtes/Stadtentwässerung der Stadt Zürich eingesetzte und vom Bundesamt für Umweltschutz (BUS) weitergeführte Arbeitsgruppe befasste sich mit den Problemen dieser Abwasserbehandlung und arbeitete die vorliegenden Empfehlungen aus.

Das BUS empfiehlt den kantonalen Gewässerschutzbehörden und den Zahnärzten im Einvernehmen mit der Schweizerischen Zahnärztegesellschaft (SSO), die Abwassersanierung im Hinblick auf die angestrebte Verringerung des Quecksilbergehaltes des Abwassers und des Klärschlammes durchzuführen.

Für den Bereich Kehricht existiert seit 1986 ein Sammel-, Sortier- und Recycling-Konzept der Schweizerischen Zahnärztegesellschaft, welches von den Kantonen unverändert übernommen werden kann.



## II ZUSAMMENFASSUNG DER MASSNAHMEN

Das Bundesamt für Umweltschutz empfiehlt den kantonalen Gewässerschutzfachstellen für die abwassertechnische Sanierung und die Entsorgung quecksilberhaltiger Abfälle bei Zahnarztpraxen folgendes anzuordnen:

Ab 1. Juli 1989 sind alle neuen Zahnarztpraxen und alle Behandlungseinheiten, die in bestehenden Praxen umgebaut oder neu eingebaut werden, mit einem Amalgam-Abscheider zu versehen. Dieser Abscheider muss eine Abscheiderate von mindestens 95% erreichen.

Bis Ende 1989 ist bei allen bestehenden Behandlungseinheiten die Absauganlage mit einem geeigneten Amalgamabscheider auszurüsten. Dieser Abscheider muss eine Abscheiderate von mindestens 70% erreichen.

Bis Ende 1993 sind alle Behandlungseinheiten mit einem Amalgamabscheider auszurüsten. Dieser Abscheider muss eine Abscheiderate von mindestens 95% erreichen.

Von der Installationspflicht für Amalgamabscheider befreit sind zahnärztliche Behandlungsplätze, an welchen kein Amalgam verarbeitet wird.

Amalgamschlamm und amalgamverschmutzte Verbindungsrohre und -schläuche sind Sonderabfälle und sind als solche zu entsorgen (Verordnung vom 12. November 1986 über den Verkehr mit Sonderabfällen [VVS]).

Für den Bereich Kehricht existiert seit 1986 ein Sammel-, Sortier- und Recycling-Konzept der Schweizerischen Zahnärztesgesellschaft (SSO), welches von den Kantonen unverändert übernommen werden kann.

### III VERWENDUNG UND ANFALL VON QUECKSILBER IN ZAHNARZTPRAXEN

Amalgam, welches heute in schweizerischen Zahnarztpraxen verwendet wird, enthält zu ca. 40% Quecksilber (Hg) <sup>1)</sup>; der Rest ist Silber, Kupfer, Zinn (und Spuren von Zink). Früher wurden in der Schweiz die z.T. im Ausland noch immer gebräuchlichen Amalgame mit höherem Quecksilber- und kleinerem Kupfer-Gehalt verwendet. Beim Herstellen und Entfernen von Amalgam-Füllungen fällt Amalgam in den Entsorgungsbereichen Kehricht und Abwasser an. Beim Ausbohren alter Füllungen kann extrem feinteiliges Amalgampulver entstehen. Mit der Vergrößerung der spezifischen Oberfläche nimmt auch die chemische Reaktivität zu, d.h. die Oxidationsreaktionen werden gefördert. Wenn das im Amalgam enthaltene Zinn oxidiert, wird ein Teil des Quecksilbers frei, welches ehemals durch das Zinn gebunden war. Nur schon durch den Oxidationsprozess in der Behandlungseinheit (Dental-Unit) werden pro Zahnarzt und Jahr ca. ½ g gelöstes Quecksilber frei.

Pro Jahr und Zahnarzt rechnet man mit Abfallmengen von ca. 250 g Hg im Kehricht und von ca. 150 g Hg im Abwasser.

Nach Untersuchungen der Hessischen Landesanstalt für Umwelt ist der Verteilungsbereich der Korngrößen recht gross:

0,04	-	37 %	in der Partikelklasse grösser als 0,5 mm
1,5	-	52 %	in der Partikelklasse von 0,1 bis 0,5 mm
2,5	-	71 %	in der Partikelklasse von 0,025 bis 0,1 mm
0	-	96 %	in der Partikelklasse kleiner als 0,025 mm

Im Durchschnitt lagen weit über 50 % der Partikel unter 0,1 mm.

- 
- |   |                |
|---|----------------|
| 1) Chemische und physikalische Eigenschaften des Quecksilbers | siehe Anhang 1 |
| Auswirkungen des Quecksilbers auf die Umwelt                  | siehe Anhang 2 |
| Risiken für die menschliche Gesundheit durch Quecksilber      | siehe Anhang 3 |
| Produktion und Verbrauch von Quecksilber in der Schweiz       | siehe Anhang 4 |

Die Verordnung über Abwassereinleitungen beschränkt den Quecksilbergehalt (gelöst und partikulär) von Abwässern, welche in die öffentliche Kanalisation eingeleitet werden dürfen, auf maximal 10  $\mu\text{g}$  Hg pro Liter. Abwässer aus Zahnarztpraxen entsprechen dieser Verordnung meist nicht.

#### IV RÜCKHALT VON AMALGAMABFÄLLEN IM ABWASSERBEREICH

##### 1 Uebersicht über die Systeme

Im Bereich Abwasser besteht seit Sommer 1988 die technische Möglichkeit, auch feinstkörnige Amalgamschlämme aus dem Praxisabwasser abzuscheiden. Entsprechende Geräte sind von mehreren Anbietern auf dem Markt.

Für die Sauganlage und die Speischale sind kombinierte oder getrennte Systeme erhältlich, deren Funktionsprinzip meist auf der unterschiedlichen Dichte von Amalgam und Wasser beruht:

- Kombinierte Systeme und solche für die Speischale allein trennen die Amalgamabfälle meist durch Zentrifugieren.
- Für die Sauganlage allein genügen einfachere Systeme, die auf dem Sedimentationsprinzip beruhen. Das Luft-Wasser-Gemisch wird durch Expansion in einem Auffanggefäß stark gebremst. Der Luftstrom ist dann nicht mehr in der Lage, die Wasser und Feststoffpartikel mitzutragen; diese setzen sich im Gefäß ab. Die Amalgampartikel sedimentieren wegen ihrer grösseren Dichte im Wasser leicht ab.
- Weitere technische Lösungen sind denkbar (Filter, Flockungsfiltration und Metallabscheider aus unedlen Metallen oder als Elektroden für die gelöste Fraktion).

##### 2 Anforderung an Geräte und Installationsvorschriften

Zur Prüfung der Leistung von Amalgamabscheidern empfiehlt das Bundesamt für Umweltschutz ein Verfahren in Anlehnung an Vorschriften der Bundesrepublik Deutschland. Für die Schweiz hat dieser Test nach 2.1 a) Richtliniencharakter, da keine gesetzlichen Grundlagen für derartige Prüfungen von Anlagen existieren.

## 2.1 Gerätekriterien und Abscheidenorm

Amalgamabscheider, deren Auffanggefäss voll ist und die dennoch weiterbetrieben werden, sind nutzlos. Die Hersteller solcher Anlagen haben zu gewährleisten, dass der Betrieb bei vollem Auffanggefäss durch geeignete Vorrichtungen verhindert wird. Sinnvoll ist z.B. ein eindringlicher Warnton, der eintritt, wenn das Auffanggefäss zu 90% mit Amalgamschlamm gefüllt ist. Während einer Zahnbehandlung ist das Auswechseln des Auffanggefässes durch den Zahnarzt kaum durchführbar. Solange das Gefäss nicht zu 100% voll ist, muss es deshalb möglich sein, den Warnton abzustellen. Aus hygienischen Gründen sind als Auffanggefässe nur **Einweggebinde** zulässig.

Testverfahren zur Prüfung der Amalgamabscheider:

a) mit Testmuster

Für die installierten Amalgamabscheider wird für ein Testmuster von 10,0 g ein Rückhaltevermögen von 95% bei folgender Korngrößenverteilung verlangt:

1,6 g in der Partikelklasse von 3,0 bis 0,5 mm  
0,4 g in der Partikelklasse von 0,5 bis 0,1 mm  
8,0 g in der Partikelklasse unter 0,1 mm

Das Probemuster darf das spez. Gewicht von Dentalamalgam nicht überschreiten.

Die maximale Literleistung des Amalgamabscheiders muss unter Einhaltung des geforderten Rückhaltevermögens um 20% grösser sein als die grösstmögliche Wasserdurchflussmenge durch die Behandlungseinheit beim Betrieb aller Systeme (Motoren und Spray, Speischalenspülung, Wasserglasfüllung, Wasserinjektor für Speichelzieher und Absauganlage, Hydrokolloidkühlung etc.).

## Korrigendum

Kapitel IV 2.2, Abschnitt 3 (Seite 9) sollte heissen:

- Einen Wirkungsgrad von 95% für den Amalgam-Abscheider gemäss 2.1 a (Standardprobe bei 120% Wasserdurchfluss) oder die Einhaltung der Einleitungsbedingungen gemäss 2.1 b (bei Wasserdurchfluss von 10 - 120%).

b) gemäss Einleitungsbedingungen

Falls eine Prüfung des installierten Amalgamabscheiders aus technischen Gründen mit dem Verfahren a) nicht möglich ist, gilt als Anforderung im Auslauf der Geräte der Grenzwert von 0,01 mg Hg/l (gemäss Verordnung über Abwassereinleitungen) bei allen Betriebsarten.

2.2 Gerätedokument

Die Behandlungseinheit (Dental-unit) und der Amalgamabscheider bilden eine Geräteeinheit. Für jede Einheit muss ein Gerätedokument vorliegen, worin der Lieferant folgende Gerätedaten garantiert:

- Den maximalen Wasserdurchfluss (Liter pro Minute) durch die Behandlungseinheit.
- Einen Wirkungsgrad von 95% für den Amalgam-Abscheider gemäss 1.1 a) (Standardprobe bei 120% Wasserdurchfluss) oder die Einhaltung der Einleitungsbedingungen gemäss 1.1 b) (bei Wasserdurchfluss von 10 - 120%).

Zusätzlich muss im Gerätedokument festgelegt werden, in welchen Zeitintervallen ein Service durchzuführen ist, damit die garantierten Gerätedaten eingehalten werden können.

Für jede Geräteeinheit wird ein Wartungs- und Entsorgungsprotokoll geführt.

### 2.3 Installation

Idealerweise sollte in jede Behandlungseinheit eine Abscheider-  
einheit montiert werden.

Der Anschluss mehrerer Behandlungseinheiten an einen Amalgamab-  
scheider ist im Prinzip möglich. Die verbindenden Rohrleitungen  
müssen aber in jedem Punkt mit einem Gefälle von mindestens 4%  
angelegt werden. Die hydraulische Belastung des Abscheiders  
muss der Summe der Behandlungseinheiten angepasst sein.

Alle Verbindungsrohre und Schläuche zwischen der Behandlun-  
gseinheit und dem Amalgamabscheider müssen alle zwei Jahre ausge-  
tauscht und nach Ziffer 2.5 entsorgt werden.

Wasser-Injektoren (Speichelsauger) und Wasserringpumpen sollten  
nicht mehr verwendet werden. Werden diese trotzdem noch einge-  
setzt, müssen sie an einen Amalgamabscheider mit entsprechender  
hydraulischer Belastungskapazität angeschlossen werden.

### 2.4 Betrieb und Wartung

Betrieb und Wartung haben gemäss Vorschriften des Herstellers  
zu erfolgen. Die Amalgamabscheider dürfen nur durch ausge-  
wiesene Betriebe (Dental-Depot, Lieferant oder Hersteller)  
gewartet werden.

### 2.5 Entsorgung

Amalgamschlamm und amalgamverschmutzte Verbindungsrohre und  
-schläuche sind Sonderabfälle und fallen unter Kategorie 1/  
Code 1081, resp. Kategorie 12/Code 3040 der Verordnung über den  
Verkehr mit Sonderabfällen (VVS). Sie sind deshalb regelmässig  
über vom Kanton bewilligte Firmen (gemäss VVS) zu entsorgen.

## 2.6 Ausnahmen

Von der Installationspflicht für Amalgamabscheider befreit sind zahnärztliche Behandlungsplätze, an welchen kein Amalgam verarbeitet wird.

## 3 Empfehlungen für die abwassertechnische Sanierung der Zahnarztpraxen

Die Entsorgung des Klärschlammes ist unter anderem wegen zu hoher Quecksilbergehalte problematisch. Es ist deshalb für die Kantone wichtig, die Reduktion der Quecksilberbelastung durch Zahnarztpraxen zügig voranzutreiben. Die aufgeführten Termine sind nach Aussagen der Schweizerischen Zahnärztesgesellschaft (SSO) realistisch. Im wesentlichen ist nicht das Prüfverfahren für Amalgamabscheider entscheidend, sondern der Zeitpunkt der Installation und der sachgemässe Unterhalt.

Das Bundesamt für Umweltschutz empfiehlt den kantonalen Gewässerschutzfachstellen für die abwassertechnische Sanierung von Zahnarztpraxen folgendes anzuordnen:

### a) Neueinrichtungen, Ersatz von Behandlungseinheiten

Ab 1. Juli 1989 sind alle neuen Zahnarztpraxen und alle Behandlungseinheiten, die in bestehenden Praxen umgebaut oder neu eingebaut werden, mit einem Amalgam-Abscheider zu versehen. Dieser Abscheider muss eine Abscheiderate von mindestens 95% erreichen und die in Kapitel IV Ziff. 2.1 festgelegten Kriterien erfüllen.

b) Uebergangslösung bei bestehenden Einrichtungen

Bis Ende 1989 sind bei allen Behandlungseinheiten, an welchen Amalgam verarbeitet wird, die Spraynebel-Absauganlage mit einem geeigneten Amalgamabscheider auszurüsten.

Dieser Abscheider muss eine Abscheiderate von mindestens 70% erreichen.

c) Definitive Lösung

Bis Ende 1993 sind alle Behandlungseinheiten, an welchen Amalgam verarbeitet wird, mit einem Amalgamabscheider auszurüsten. Dieser Abscheider muss eine Abscheiderate von mindestens 95% erreichen und die in Kapitel IV Ziff. 2.1 festgelegten Kriterien erfüllen.

## V RÜCKHALT VON AMALGAMABFÄLLEN IM ABFALLBEREICH

Für den Bereich Kehricht existiert seit 1986 ein Sammel-, Sortier- und Recycling-Konzept der Schweizerischen Zahnärztesellschaft (SSO), welches von den Kantonen unverändert übernommen werden kann.

Das Bundesamt für Umweltschutz empfiehlt den Kantonen gemäss Bundesgesetz über den Umweltschutz, Art. 46, für die Entsorgung der quecksilberhaltigen Abfälle aus Zahnarztpraxen ein Kontrollsystem einzuführen.

Im Praxisalltag sind eine Vielzahl scheinbar unbedeutender Abfälle aus der Amalgamfüllungstherapie über die ganze Praxis verteilt: Watterollen, extrahierte Zähne, gebrauchte Amalgamkapseln, Knetreste, Stopfrete, Füllungsfragmente u.a.m. Vom Quecksilbergehalt her gelten schon leicht verschmutzte Watterollen als Sonderabfall und müssen dementsprechend entsorgt werden (Kategorie 12/Code 3040 nach der Verordnung vom 12. November 1986 über den Verkehr mit Sonderabfällen [VVS]).

Die Entsorgungslösung liegt nicht bei der Kehrichtverbrennungsanlage, sondern an der Quelle, d.h. beim Verbraucher. Silber und auch Quecksilber sind Rohstoffe mit weltweit schrumpfenden Reserven. Deshalb sollen gemäss dem Entsorgungskonzept des Study-Clubs ARP die zahnärztlichen Amalgamabfälle nach vier Kategorien sortiert, getrennt gesammelt und ein- bis zweimal im Jahr an ein spezialisiertes Recycling-Unternehmen weitergeschickt werden.

Die ARP-Studie wurde erstmals in der

**Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin**  
**Vol. 97, 10 (1987)**

veröffentlicht und ist als Sonderdruck bei der Schweizerischen Zahnärztesgesellschaft (SSO) erhältlich.

Die Amalgamabfälle werden gemäss dieser Studie in die folgenden vier Kategorien eingeteilt:

**Knetreste und Füllungsfragmente** **A1**

**Extrahierte Zähne mit Amalgamfüllung** **A2**

**Sprechzimmerabfall** **A3**  
Einmal- und Wegwerfartikel, die mit  
Amalgam verschmutzt wurden

**Revisionsteile** **A4**  
Abfälle die beim Austausch von Schläuchen  
und bei Revisionen der Dental-Unit anfallen  
(siehe auch Kapitel IV Ziff. 1.5)

## CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN DES QUECKSILBERS

Quecksilber tritt in 3 Erscheinungsformen auf:

- a) Elementares Quecksilber (Hg) ist ein sibirglänzendes Schwermetall (Dichte  $\rho_{\text{Hg}}=11,55 \text{ g/cm}^3$ ), welches bei Zimmertemperatur flüssig ist und einen hohen Dampfdruck zeigt. Die Gleichgewichtskonzentration beträgt  $13 \text{ mg/m}^3$  bei  $20^\circ\text{C}$  und  $30 \text{ mg/m}^3$  bei  $30^\circ\text{C}$ . Hg schmilzt bei  $-39^\circ\text{C}$  und siedet bei  $356^\circ\text{C}$ . Wegen seines flüssigen Charakters lassen sich mit Quecksilber schon bei Zimmertemperatur Legierungen, sogenannte Amalgame, herstellen.
- b) Quecksilbersalze können Hg mit den Oxidationszahlen +1 und +2 enthalten; so ist sowohl  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , als auch  $\text{HgCl}_2$ , bekannt. Die meisten Hg(I)-Verbindungen sind schwer löslich und kommen in der Natur eher selten vor. Die Hg(II)-Salze sind mit wenigen Ausnahmen, wie z.B.  $\text{HgS}$ , besser löslich.
- c) Quecksilber bildet recht stabile organische Verbindungen. Niedermolekulare Formen wie z.B. Dimethylquecksilber sind leichtflüchtig. Vor allem nichtionische Organo-Quecksilberverbindungen sind hydrophob und reichern sich bevorzugt im Fettgewebe an.

## DIE AUSWIRKUNGEN DES QUECKSILBERS AUF DIE UMWELT

Quecksilber ist neben Blei und Cadmium das bekannteste Umweltgift aus der Gruppe der Schwermetalle. Für die Beurteilung der Toxizität des Hg ist wegen der grossen Unterschiede zwischen den verschiedenen Zustands- und Verbindungsformen deren genaue Kenntnis notwendig.

Die Ursachen höherer Quecksilber-Gehalte in Flüssen, vor allem in Sedimenten, sowie in Organismen waren früher hauptsächlich auf Ableitungen von Abwässern aus der Chlor-Alkali-Elektrolyse, die Verwendung von Hg als Katalysator sowie die Herstellung Hg-haltiger Produkte zurückzuführen. Quecksilber-Ionen werden wie andere Schwermetallionen an kolloidalen Teilchen von Eisen- und Mangan-Hydroxiden bzw. Oxihydraten adsorbiert, ausgefällt und in Fluss- und Seesedimenten angereichert. Die Hg-Konzentration im Wasser selbst ist deshalb meist eher klein. Die Reduktion der Quecksilberbelastung aus Industrie und Gewerbe und der Bau von Abwasserreinigungsanlagen hat die Gehalte in den Flüssen drastisch verringert. Auch in den Abwasserreinigungsanlagen wird Quecksilber zum grössten Teil mit dem Klärschlamm ausgeschieden. Der grösste Teil der Quecksilber-Belastung im Klärschlamm stammt heute aus Zahnarztpraxen.

Für die Hg-Belastung von Luft und Boden sind heute vor allem die Verbrennung quecksilberhaltiger Siedlungsabfälle (Batterien, Klärschlamm, sowie Rückstände aus Zahnarztpraxen) verantwortlich. In nicht sanierten Kehrrechtverbrennungsanlagen wird das in den Abfällen vorhandene Quecksilber beinahe vollständig über die Rauchgase in die Umwelt geleitet; nur spezielle Rauchgaswaschanlagen können bis zu 90% der Hg-Menge zurückhalten. Nach den Vorschriften der Luftreinhalteverordnung müssen in der Schweiz bis 1990 alle Kehrrechtverbrennungsanlagen mit solchen Rauchgaswäschern ausgerüstet werden.

Im biologischen Kreislauf werden unter Mitwirkung von Bakterien verschiedene organische Hg-Verbindungen gebildet. Die Umsetzungen spielen sich vor allem in den Sedimenten ab. Pro Jahr wird bis zu 10% der dort abgelagerten Hg-Menge umgesetzt. Die so gebildeten Substanzen sind meist hochtoxisch. Besonders gefährlich sind in aquatischer Umgebung die schwach wasserlöslichen Methyl-Hg-Ionen. Über die Nahrungskette können diese in Fischen um einen Faktor 100'000 angereichert werden.

## RISIKEN FÜR DIE MENSCHLICHE GESUNDHEIT DURCH QUECKSILBER

Auch in bezug auf die Toxizität und den Metabolismus des Menschen zeigen elementares Quecksilber, seine Salze, Methyl-Hg<sup>+</sup> und die anderen organischen Quecksilberverbindungen ihr unterschiedliches Verhalten.

Personen, die von Berufes wegen mit Quecksilber in Kontakt kommen, sind meist durch Einatmen von Dämpfen elementaren Quecksilbers, der Rest der Bevölkerung eher durch die Zufuhr von Methylquecksilber über die Nahrung gefährdet. Die grössten Quecksilbergehalte in Nahrungsmitteln findet man bei Pilzen und Fischen (0,1 bis 0,5 mg Hg/kg).

Weitere Inkorporationswege für elementares Quecksilber durch die Haut und durch den Riechnerv direkt ins Gehirn können z.B. Gehilfinnen und Ärzte in Zahnarztpraxen zusätzlich gefährden.

Über den Verdauungskanal werden elementares Quecksilber zu 0,01%, die anorganischen Quecksilber-Salze zu ca. 10% und organische Quecksilberverbindungen zu über 90% aufgenommen. Über die Lunge wird das Gas des elementaren Quecksilbers zu 80% resorbiert. An den Erythrozyten wird Quecksilber grösstenteils zu Hg<sup>++</sup> oxidiert.

Auch die Verteilung im Körper und die biologische Halbwertszeit ist von der jeweiligen Zustands- und Verbindungsform abhängig. Methyl-Quecksilber verteilt sich im Körper besser und reichert sich im Gegensatz zu den anderen organischen Formen auch im Gehirn an. Unabhängig von der aufgenommenen Form findet sich Quecksilber in grösseren Konzentrationen in den Nieren und in geringerem Ausmass auch in der Leber wieder. Die biologische Halbwertszeit von anorganischen Quecksilber-Salzen beträgt ungefähr 70 Tage, diejenige von Methyl-Hg<sup>+</sup> circa 40, je nach Bevölkerungsgruppe jedoch bis zu 190 Tage.

Quecksilberverbindungen sind sehr reaktiv und verbinden sich leicht mit Proteinen und anderen Makromolekülen. Es sind starke, nicht spezifische Gifte, die Enzyme und Zellmembrane zerstören. Chronische Vergiftungen von Quecksilber-Salzen führen zu einer Proteinurie. Methyl-Quecksilber schädigt vor allem das Gehirn. Föten und Neugeborene reagieren hier besonders kritisch. Auch elementares Quecksilber kann durch die Blut-Gehirnschranke diffundieren und sich im Gehirn akkumulieren. Der hohe Lipidgehalt des Gehirns bedingt eine kleine Eliminationsrate des Quecksilbers. Die lange Verweilzeit des Quecksilbers im Gehirn bewirkt schon bei relativ kleinen Konzentrationen eine Beeinträchtigung der motorischen Kontrollzentren. Das Gehirn wird deshalb als das kritische Organ für Quecksilberakkumulationen angesehen.

**PRODUKTION UND VERBRAUCH VON QUECKSILBER IN DER SCHWEIZ**

Aufgrund diverser Angaben aus Industrie und Gewerbe wurde der Quecksilberverbrauch für das Jahr 1986 geschätzt. Die Trendentwicklung diverser Branchen erlaubt ausserdem eine Prognose für das Jahr 1990.

Verwendungszweck	1986	1990
Batterien	12 t	3 - 4 t
Amalgam (Zahnärzte)	1,7 t	1,4 t
Medikamente	0,2 t	0,2 t
Fluoreszenzlampe	0,25t	0,25t
Thermometer	1 t	0,8 t
Chemische Industrie	2 t	2 t
Saatbeizmittel	0,5 t	0,04t
Übrige	2 t	2 t
Total	ca. 20 t	ca. 10 t

Die Verordnung über umweltgefährdende Stoffe sieht eine stufenweise Reduktion des Quecksilbergehaltes in Alkali-Mangan-Batterien bis 1990 vor.

Die Verwendung quecksilberhaltiger Saatbeizmittel wird bis 1990 stark zurückgehen.

Vom prognostizierten Gesamtverbrauch im Jahre 1990 macht der Anteil des in den Zahnarztpraxen verwendeten Quecksilbers fast 15 % aus. Falls nicht eine grössere Menge davon schon in den Zahnarztpraxen zurückbehalten werden kann, werden früher oder später die gesamten 1,4 Tonnen Quecksilber pro Jahr in die Umwelt gelangen.

Die anthropogene Quecksilberbelastung der Umwelt (Luft, Boden und Gewässer) für die Jahre 1986 und 1990 wird wie folgt geschätzt:

Quelle	1986	1990
Kehrichtverbrennung	5,5 t	1 - 2 t
Klärschlamm	0,5 t	0,5 t
Abfallkompostierung	0,1 t	0 t
Kohle, Erdöl, Erdgas	0,3 t	0,3 t
Zementproduktion	0,1 t	0,1 t
Chemische Industrie *)	0,5 t	0,5 t
Saatbeizmittel	0,5 t	0,04t
Total	ca. 8 t	ca. 3 t

\*) nur für Luft und Wasser