



Juli 2012

Quecksilber

Vorkommen und Verwendung

Elementares Quecksilber (Hg) ist das einzige, bei Raumtemperatur flüssige Metall. Vielen ist Quecksilber durch dessen früher weit verbreitete Verwendung in Thermometer oder Barometern bekannt. Aufgrund seiner speziellen physikalischen Eigenschaften wurde Quecksilber vielfach in Instrumenten und im Apparatebau insbesondere im Bereich der Elektrotechnik eingesetzt. Grosstechnisch wird das Metall als Kathodenmaterial bei der Chloralkalielektrolyse zur Chlorherstellung eingesetzt. In der Zahnmedizin findet elementares Quecksilber in Dentallegierungen aus Amalgam Anwendung.

Anorganische Quecksilberverbindungen (Oxidationsstufen +1 und +2) entstehen aus Quecksilber in Verbindung mit nichtmetallischen Elementen wie z.B. Chlor, Schwefel oder Sauerstoff. Die meisten dieser Quecksilbersalze sind farblos. Ausnahme hiervon bildet das sog. Zinnober (Quecksilbersulfid; HgS), das wichtigste und häufigste Quecksilbermineral. Im Bergbau gewonnen dient es als Ausgangsmaterial für die Quecksilbergewinnung. Quecksilberverbindungen wurden früher u.a. in Pflanzenschutzmitteln, in Antifouling-Farben zum Holzschutz oder als Desinfektionsmittel eingesetzt.

Bei den *organischen Quecksilberverbindungen* (Oxidationsstufe +2) steht aufgrund seines Vorkommens in der Umwelt und der Toxizität insbesondere Methylquecksilber im Vordergrund. Es kann in wässriger Umgebung aus elementarem Quecksilber durch die Einwirkung von Mikroorganismen entstehen. Über die Nahrungskette, vor allem durch den Verzehr von Fischen, kann es auf diesem Wege vom Menschen aufgenommen werden.

Quecksilber und seine Verbindungen unterliegen heute einem weit reichenden Verbot. Es wird nur noch in wenigen Bereichen verwendet. Im Vordergrund stehen dabei spezielle Anwendungen des elementaren Quecksilbers, wie z.B. in Messgeräten, in Dentallegierungen, bei der Chloralkalielektrolyse, beim Goldwaschen oder in den Energiesparlampen. In Nischenbereichen, wie Künstlerfarben für Restaurierungen, wird Zinnober als rotes Farbpigment (Zinnoberrot) eingesetzt.

Toxizität

Quecksilber und seine Verbindungen weisen eine hohe Reaktivität gegenüber Amino- und vor allem Sulfhydrylgruppen auf. Dadurch werden sowohl Enzyme als auch Strukturproteine in ihrer Funktion im Körper beeinträchtigt. Die unterschiedlichen Vergiftungsbilder elementaren Quecksilbers und der verschiedenen Quecksilberverbindungen unterscheiden sich aber sehr und die dafür verantwortlichen Faktoren sind im Einzelnen noch nicht vollständig aufge-

klärt. Als empfindlichstes Zielorgan steht aber ganz klar das zentrale Nervensystem im Vordergrund.

Bei **elementarem Quecksilber** steht die inhalative Aufnahme beim Einatmen von Quecksilberdämpfen deutlich im Vordergrund. Oral aufgenommenes Quecksilber wird hingegen kaum im Magen-Darm Trakt resorbiert (< 0.01) und auch die Aufnahme über die Haut ist im Vergleich zum inhalativen Pfad unbedeutend. Im Haushalt kann es unfallbedingt zur oralen Aufnahme von Quecksilber kommen, wenn beispielsweise Kinder Quecksilberthermometer zerbeißen. Aus diesem Grund wurde der Verkauf von Quecksilberthermometern an Privatpersonen verboten.

Inhalierter Quecksilberdämpfe werden zu über 80% in der Lunge zurückgehalten und gelangen zu einem grossen Teil über die Alveolen in den Blutkreislauf. Gefährliche akute Konzentrationen können aber in der Regel nur unfallbedingt am Arbeitsplatz auftreten. Der MAK-Wert (maximale Arbeitsplatzkonzentration) für Quecksilber beträgt 0.05 mg/m^3 . Bei der Exposition durch Dämpfe kann es bereits in der Lunge zu Entzündungen der Bronchien und Bronchiolen kommen, meist mit Atemnot und Zyanose (Blausucht: bläuliche Verfärbung der Haut, Schleimhäute u. Fingernägel infolge Zunahme des Anteils an reduziertem Hämoglobin im Kapillarblut) verbunden. Solche Symptome können bereits nach wenigen Stunden Belastung in Konzentrationen von mehr als $1\text{-}3 \text{ mg}$ Quecksilber pro m^3 auftreten und sind meist mit Kopfweh und Fieber verbunden.

Bei chronischen Belastungen durch Quecksilber steht das zentrale Nervensystem im Vordergrund. Effekte zeigen sich in Form von Zittern und Wesensveränderungen (leichte Erregbarkeit, soziale Abschirmung) aber auch in Verminderungen des Kurzzeitgedächtnisses. Die Niere ist ebenfalls ein Zielorgan und wird geschädigt.

Anorganische Quecksilberverbindungen (nur zweiwertige) sind sehr ätzend und führen bei einer oralen Aufnahme zu schweren Verätzungen der Mundhöhle, des Rachens und der Speiseröhre, begleitet von Übelkeit und Erbrechen (blutig). Gelangen sie in den Magen-Darm-Trakt, so sind Kreislaufkollaps und Schock mit unter Umständen tödlicher Folge die Konsequenz. Solche Vergiftungen sind immer mit einer Nierenschädigung, bisweilen auch mit Nierenversagen, verbunden. Die kleinste tödliche Menge liegt beim Menschen bei etwa $3\text{-}15 \text{ mg}$ pro kg Körpergewicht.

Bei **organischen Quecksilberverbindungen** steht in erster Linie die hohe Toxizität kurzketziger Alkylquecksilberverbindungen im Vordergrund, insbesondere des Methylquecksilbers. Dieses entsteht in der Umwelt durch Biomethylierung von anorganischem Quecksilber durch Mikroorganismen, welche sich in Sedimenten und Schwebstoffen von wässrigen Systemen befinden. Methylquecksilber reichert sich in der Nahrungskette an, vornehmlich in Fisch. Früher wurde es auch als kostengünstiges Fungizid eingesetzt und war u.a. für die Massenvergiftung Ende der 70er Jahre im Irak verantwortlich, bei der über $10'000$ Menschen nach dem Verzehr von Brot aus behandeltem Saatgut starben. Methylquecksilber schädigt vor allem das zentrale Nervensystem und wirkt sich besonders schädlich während der Entwicklung aus. Dies gilt besonders für Belastungen, die vor der Geburt über die Ernährung der Mutter und beim Kleinkind durch die direkte Aufnahme mit der Nahrung erfolgen. Bei hoher Belastung können Krämpfe und spastische Lähmungen (zerebrale Kinderlähmung) auftreten. In anderen Fällen führte Methylquecksilber zu Erblindung, Taubheit und Verzögerung der mentalen Entwicklung. Organische Quecksilberverbindungen stellen aber in erster Linie eine Gefahr durch chronische Vergiftungen dar, die täglich über einen längeren Zeitraum eingenommen werden.

Nicht-kurzkettige Verbindungen wie beispielsweise Phenyl- und Alkoxyquecksilberverbindungen ähneln in ihrer Toxizität im Wesentlichen den anorganischen Quecksilberverbindungen.

Exposition der Allgemeinbevölkerung durch Quecksilber und seine Verbindungen

Elementares Quecksilber kommt natürlich in der Umwelt vor und ist in Luft, Wasser und Boden nachweisbar. Allerdings liegen die Werte dort alle weit unter für die Gesundheit bedenklichen Werten. In der Luft misst man in urbanen Gegenden zwischen 10 und 20 Nanogramm pro m³ und in ländlichen Gegenden liegen die Werte noch deutlich darunter. Die erhöhten Werte in urbanen Gegenden resultieren u.a. aus Abfallverbrennung und der Verbrennung fossiler Brennstoffe bei der Quecksilber in die Atmosphäre freigesetzt wird. Im Wasser findet man in der Regel weniger als 5 ng pro Liter.

Durch die Verwendung von quecksilberhaltigen Thermometern kann es auch im Haushalt beim Zerschlagen zu einer Exposition kommen. Kurzfristig können so unter Umständen durchaus toxische Konzentrationen entstehen. Aber auch eine chronische Belastung ist bei nicht sachgerechter Entsorgung dadurch möglich, wenn z.B. kleine Quecksilbertröpfchen in Ritzen und Poren Fussboden verbleiben und so über längere Zeit durch Verdampfen zu einer Belastung der Raumluft führen können. Durch richtiges Verhalten kann dies aber vermieden werden (siehe Information des Schweizerischen Toxikologischen Informationszentrum: [Risiko beim Zerschlagen eines Quecksilberthermometers](#)).

Auch Energiesparlampen enthalten 1-3.5 mg Quecksilber. Das sind etwa 285 Mal weniger als ein Quecksilberthermometer. Ab Januar 2013 wird der maximale Quecksilbergehalt von Energiesparlampen (<30W) auf 2.5 mg gesenkt. Ohne Quecksilber könnten die Lampen kein sichtbares Licht erzeugen. Intakte Energiesparlampen stellen keine Gefahr dar. Hingegen kann aus einer zerbrochenen Lampe Quecksilber austreten und sich mit der Raumluft mischen. Verschiedene Studien in den USA und Deutschland haben jedoch gezeigt, dass die Quecksilberkonzentration durch sofortiges Lüften und anschliessendes Beseitigen der Scherben sehr rasch sanken. Selbst falls der Raum nicht sofort belüftet werden kann, ist bei kurzfristiger Exposition (einige Stunden) nicht mit gesundheitlichen Schäden zu rechnen. Bei der gesundheitlichen Beurteilung von Quecksilberbelastungen in geringen Mengen ist immer eine Dauerbelastung über einen langen Zeitraum entscheidend. Sind also toxikologische Richtwerte für die chronische Belastung kurzzeitig leicht überschritten, bedeutet dies noch nicht, dass man einem erhöhten toxikologischen Risiko ausgesetzt war. Für die Entsorgung von zerbrochenen Energiesparlampen gelten die gleichen Regeln wie für Thermometer ([Risiko beim Zerschlagen eines Quecksilberthermometers](#); [Was tun, wenn sich Energiesparlampen den Kopf zerbrechen?](#)). Wer sie befolgt, trägt kein Gesundheitsrisiko. Defekte Energiesparlampen gehören wegen des Quecksilbergehalts nicht in den Kehrichtsack sondern in die Sammelstelle für elektronische Geräte.

Die grösste Quecksilberbelastung für die Allgemeinbevölkerung resultiert aus dem Verzehr von Fisch in Form von Methylquecksilber und aus Dentallegierungen (Amalgam) in Form von dampfförmigem Quecksilber. Abschätzungen der WHO für eine tägliche Gesamtaufnahme von Methylquecksilber liegen bei 2,4 µg pro Person. Die tägliche Belastung durch Quecksilberdämpfe aus Amalgam liegt zwischen 3,8 -21 µg pro Person. Diese Werte hängen allerdings stark von den Ernährungsgewohnheiten und der individuellen Amalgambelastung ab. Abschätzungen der WHO gehen davon aus, dass eine Person pro Woche bis zu rund 100 µg an Methylquecksilber aufnehmen darf, ohne dass mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu rechnen ist (Stand: 2003). Für die tolerierbare Gesamtbelastung an Quecksilber und seiner Verbindungen gilt ein Wert von bis zu 300 µg pro Woche und Person (Stand: 1978). Die oben genannten täglichen Belastungen (pro Woche ~ 17 µg Methylquecksilber und bis zu 150 µg Quecksilber aus Amalgam) liegen unterhalb dieser Werte.

Übersichtstabelle: Abgeschätzte tägliche Aufnahme (Retention)^a von Quecksilber und Verbindungen (WHO 2000)

Quelle	Quecksilberdampf (µg)	anorganische Quecksilberverbindungen (µg)	Methylquecksilber (µg)
Atmosphäre	0.04–0.2 ^b (0.03–0.16)	0 ^c	0 ^c
Lebensmittel:	0	0.6 ^d (0.06)	2.4 ^d (2.3)
Fisch	0	3.6 (0.36)	?
Andere			
Trinkwasser	0	0.05 (0.005)	0
Dental amalgam	3.8-21 (3 – 17)	0	0
Total	3.9-21 (3.1-17)	4.2 (0.42)	2.4 (2.3)

^aAngaben in Klammer sind aus pharmakokinetischen Parametern abgeschätzte retentierte Mengen. D.h. 80% von inhalierem Quecksilberdampf, 95% von über den Magen-Darm-Trakt (Ingestion) aufgenommenen Methylquecksilbers und 10% von über den Magen-Darm-Trakt aufgenommenen anorganischen Quecksilbers.

^bUnter der Annahme einer Luftkonzentration von 2–10 ng/m³ und einem täglichen Atemvolumen von 20 m³.

^cUnter der Annahme, dass andere, nicht Quecksilberdampfkonzentrationen vernachlässigbar sind.

^dUnter der Annahme, dass 80% des in essbarem Fischgewebe vorhandenen Quecksilbers in der Form von Methylquecksilber vorliegt und 20% in Form von anorganischen Quecksilberverbindungen. Es ist zu beachten, dass der individuelle Fischkonsum und somit die Aufnahme beträchtlich variieren kann. In gewisse Bevölkerungsgruppen, deren vorwiegende Proteinquelle Fisch ist, können diese Werte sogar eine Größenordnung oder mehr abweichen.

Quellen:

- [TOXICOLOGICAL PROFILE FOR MERCURY](#); U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES; Public Health Service; Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 1999
- [Chapter 6.9 Mercury](#) aus "[Air quality guidelines for Europe](#)", 2nd ed. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series, No. 91)
- [Methylmercury, Environmental Health Criteria 101, WHO \(1990\)](#)
- [Methylmercury \(WHO Food Additives Series 44\), WHO \(2000\)](#)
- [Methylmercury \(addendum\) \(WHO Food Additives Series 52\)](#)
- [Methylmercury \(JECFA Evaluation 2003\)](#)
- [Inorganic Mercury, Environmental Health Criteria 118, WHO \(1991\)](#)
- [Mercury \(JECFA Evaluation 1978\)](#)
- [Risiko beim Zerschlagen eines Quecksilberthermometers](#) – Schweizerisches Toxikologisches Informationszentrum 2009
- [Was tun, wenn sich Energiesparlampen den Kopf zerschlagen?](#) – Flyer: Entsorgung von zerbrochenen Energiesparlampen
- [Energiesparlampen in der Diskussion](#) – Umweltbundesamt Deutschland 2011

Für weitergehende Fragen

- Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Chemikalien, 3003 Bern
Tel: +41 31 322 96 40, Email: bag-chem@bag.admin.ch