

## Quecksilber aus Energiesparlampen

### Hintergrund

Seit 2009 gilt aufgrund der EU-Verordnung 244/2009 ein Herstellungs- und Vertriebsverbot für 100-Watt Glühlampen sowie für alle matten Glühlampen. Bis September 2012 soll das Gesetz auf alle Glühlampen ausgeweitet werden. Als Alternative gelten derzeit Kompaktleuchtstofflampen (KLL), auch bekannt als Energiesparlampen. Sie verbrauchen ca. 80 % weniger Energie gegenüber den herkömmlichen Glühlampen. Dies basiert auf einem anderen Funktionsprinzip. Von beschleunigten Elektronen getroffenen Quecksilberatome emittieren Licht im UV-Bereich, welches durch eine Leuchtstoffschicht in sichtbares Licht umgewandelt wird.



Abb. 1: Verschiedene Energiesparlampen

Als Gefährdungspotenzial dieser Technologie muss neben dem als anders empfundenen Licht (geringere Lumenzahl sowie leichtes

Flackern) und Fragen der Auswirkung von elektromagnetischen Feldern insbesondere das in den Lampen enthaltene Quecksilber (Hg) beachtet werden. In der Regel enthalten KLL zwischen 1,5 mg und 4 mg elementares Hg. Seit September 2010 muss der Hg-Gehalt auf der Verpackung verzeichnet werden und darf nicht höher als 5 mg sein.

Neben der Freisetzung aus natürlichen Prozessen wurden und werden Hg und seine Verbindungen in industriellen Prozessen und kommerziellen Produkten eingesetzt, z. B. in Batterien, Thermometern, Barometern, Thermostaten, elektrischen Schaltern, Reglern und Relais, Leuchtstofflampen sowie Zahnfüllungen. Aufgrund der Toxizität begann seit ca. den siebziger Jahren ein Ersatz in vielen Anwendungen, der zu einer deutlichen Reduktion des Verbrauchs und damit der Exposition geführt hat.

Durch den zunehmenden Einsatz von KLL in Privathaushalten ist es notwendig, die möglichen gesundheitlichen Risiken, die durch ihre Benutzung entstehen, genauer zu untersuchen. Hg ist im normalen Betrieb hermetisch in der Lampe eingeschlossen und stellt für die Nutzer daher kein gesundheitliches Risiko dar. Durch einen Bruch der Lampe kann es jedoch in den Innenraum gelangen. Hierbei ist die Menge zu bedenken, die maximal freigesetzt werden kann. Während es bei KLL weniger als 0,005 g sind, können Thermometer 0,5-3,0 g, Barometer ca. 1-3 g und ältere Blutdruckmessgeräte sogar ca. 150 g enthalten.

### Gesundheitliche Wirkungen von Quecksilber

Gesundheitseffekte sind neben dem Aufnahmeweg und der Höhe der Exposition abhängig von der chemischen Form (elementar, anorganisch, organisch). Elementares (metallisches) Hg liegt unter Umweltbedingungen in flüssiger Form vor und tritt - temperatur- bzw. dampfdruckabhängig - leicht in die Luft über. Während gasförmiges Hg nach Inhalation gut resorbiert wird (ca. 80 %), ist die Aufnahme über die Haut sowie die Resorption nach oraler Zufuhr nur gering. Nach der Aufnahme wird es entsprechend seiner Lipophilie im Körper verteilt, wobei Nierenrinde, Leber und Nervensystem wichtige Zielorte sind.

Seit Jahrhunderten liegen Berichte über gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Hg vor. Eine Vielzahl gut dokumentierter klinischer Fälle und Erfahrungen bei hohen Arbeitsplatzbelastungen belegen akute und chronische Effekte. Wirkort ist in erster Linie das Nervensystem mit typischen Symptomen wie z. B. Tremor, Sprachstörungen, Neuropathien und Sensibilitätsstörungen, neurokognitiven Beeinträchtigungen, leichter Erregbarkeit und Reizbarkeit (Erethismus mercurialis). Lokale Wirkungen bei hoher Hg-Exposition sind an der Mundschleimhaut (Speichelfluss, Gingivitis, Stomatitis), in den Atemwegen mit

Husten und Dyspnoe sowie an der Haut im Sinne einer sogenannten Acrodynie beschrieben. Als Nierenveränderungen treten insbesondere Schäden an den Nierentubuli und eine Proteinurie auf.

Im Rahmen von Arbeitsplatzstudien ergaben sich bei langfristiger Exposition neurotoxische Effekte ab ca. 20.000 ng/m<sup>3</sup>, während Effekte an anderen Organen erst bei höheren Gehalten beobachtet wurden.

## Hintergrundbelastung in Räumen

Messergebnisse von Hg-Dämpfen in Innenräumen außerhalb von Arbeitsplätzen bzw. ohne einen Verdacht auf eine stattgefundenen Hg-Kontamination sind selten. In drei amerikanischen Untersuchungen wurden Raumluftgehalte zwischen 5 und 10.000 ng/m<sup>3</sup> gemessen, die Mittelwerte lagen jedoch nur zwischen 5 und 69 ng/m<sup>3</sup>. Auch in Studien in Australien und China wurden Mittelwerte zwischen 5 und 50 ng/m<sup>3</sup> beobachtet. Außerdem liegen viele Einzelberichte zur Kontamination von Innenräumen mit elementarem Hg vor. Sie betreffen z. B. zerbrochene Thermometer,

Barometer und Blutdruck-Manometer, das Verschütten von metallischem Hg und quecksilberhaltige Konservierungsmittel in Latex-Farben. Hier wurden Raumluftgehalte bis zu 70.000 ng/m<sup>3</sup> gemessen.

Um ein aktuelles Bild der Hintergrundbelastung in Deutschland zu erhalten, wurden über einen Arbeitstag die Hg-Gehalte in verschiedenen Büro- und Laborräumen bestimmt. In den elf untersuchten Räumen lagen die Konzentrationen zwischen 5 und 50 ng/m<sup>3</sup> (Mittelwert: 15 ng/m<sup>3</sup>).

## Ergebnisse der bayerischen Untersuchung

Um den Einfluss beschädigter KLL auf die Raumluft zu erfassen, wurde in einem möblierten Raum pro Versuchsdurchgang eine KLL zerbrochen. Während der Versuche mit niedrigem Luftwechsel blieben Fenster und Türen geschlossen und die Luft wurde in dem Raum von einem Ventilator gleichmäßig verteilt. Bei den Versuchen mit hohem Luftwechsel blieb das Fenster durchgehend gekippt.

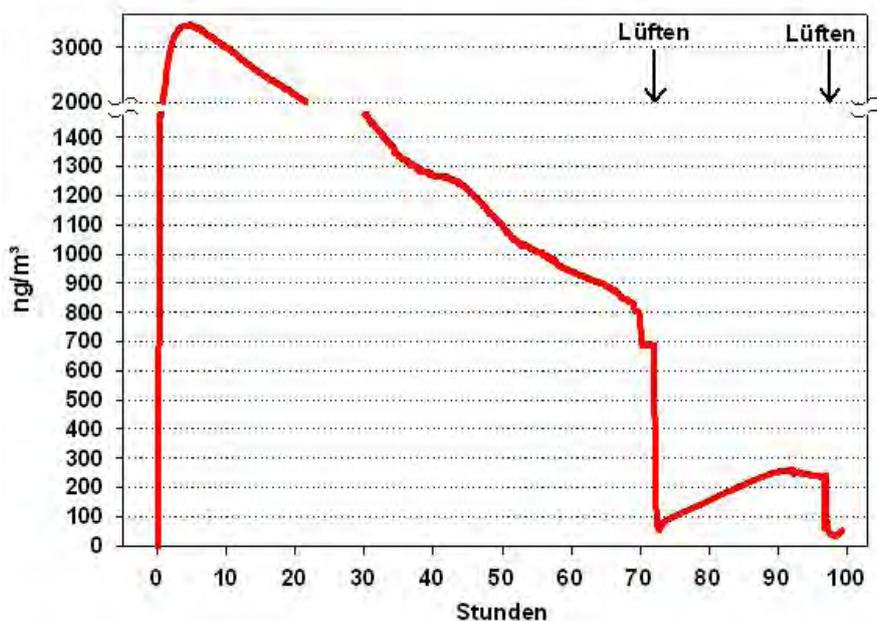
Die Messungen in der Raumluft wurden mit einem transportablen Hg-Analysator durchgeführt, der kontinuierlich alle 20 Sekunden misst. Er befand sich in einer Höhe von 1 m in der Mitte des Raumes, ca. 1 m von der Hg-Quelle entfernt.

- Es wurden 10 Messversuche mit insgesamt 6 unterschiedlichen KLL bei eingeschränkter Lüftung des Raumes und unterschiedlichen Raumtemperaturen durchgeführt (Lampen A bis F).
- In einem Versuch wurde eine KLL zerbrochen, die kein flüssiges Hg, sondern ein Amalgam enthält (Lampe G).
- Jeweils eine Lampe vom Typ A und vom Typ G wurde außerdem getestet, nachdem sie eine Stunde in Betrieb gewesen war.
- Außerdem wurde ein Versuch mit einer gebrauchten Leuchtstoffröhre durchgeführt.

**Tab. 1:** Untersuchte Lampentypen und Messergebnisse bei einem eingeschränkten Luftwechsel

Typ	Watt	Lumen	Hg-Gehalt	Raumtemperatur	Mittelwert <sup>a</sup> (ng/m <sup>3</sup> )	Maximalwert (ng/m <sup>3</sup> )
<b>Zerbrochen in kaltem Zustand</b>						
A	11	580	1,5 mg	14 °C	449	495
B	15	880	< 3 mg	18 °C	350	381
C	8	420	1,5 mg	20 °C	611	683
D	11	550	4 mg	21 °C	3729	4938
D	11	550	4 mg	22 °C	6856	10277
E	11	605	k.A.	16 °C	757	908
E	11	605	k.A.	21 °C	948	1067
F	20	1200	k.A.	18 °C	627	780
F	20	1200	k.A.	22 °C	6215	7502
G	14	900	<sup>b</sup>	21 °C	123	135
<b>Zerbrochen in betriebswarmem Zustand</b>						
A	11	580	1,5 mg	20 °C	5027	5486
G	14	900	<sup>b</sup>	21 °C	455	579

k.A.: keine Angaben; <sup>a</sup>: über die gesamte Versuchsdauer bis zum Lüften; <sup>b</sup>: amalgamhaltig



**Abb. 2:** Langzeitverlauf des Hg-Gehaltes in der Innenraumluft nach dem Zerschlagen einer betriebswarmen Energiesparlampe bei geschlossenem Fenster (Temperatur 19 – 23°C)

Die Tab. 1 zeigt, dass die maximalen Luftgehalte bei Raumtemperaturen von 14-18 °C zwischen ca. 380 ng/m<sup>3</sup> und 910 ng/m<sup>3</sup> lagen, während bei Temperaturen zwischen 21 °C und 22 °C Maxima von 680 ng/m<sup>3</sup> bis 10.300 ng/m<sup>3</sup> ermittelt wurden.

In einen Versuch mit einer KLL vom Typ G, die kein flüssiges Hg, sondern ein Amalgam enthält, ergab sich trotz einer höheren Raumlufttemperatur (21 °C) nach dem Zerschlagen nur eine maximale Konzentration von 135 ng/m<sup>3</sup>.

Jeweils eine Lampe vom Typ A mit elementarem Hg und vom Typ G (amalgamhaltig) wurde außerdem getestet, nachdem sie eine Stunde in Betrieb gewesen war. Die erste KLL zeigte eine mittlere Raumluftkonzentration von 5027 ng/m<sup>3</sup> und ein Maximum von 5.486 ng/m<sup>3</sup>. Bei gleichen Lüftungsbedingungen sind dies ca. zehnmals höhere Gehalte als bei einer typgleichen KLL, die im kalten Zustand zerbrochen wurde (449 bzw. 495 ng/m<sup>3</sup>). Bei der amalgamhaltigen KLL lagen die Raumluftgehalte im Vergleich zur unbenutzten Lampe ca. um den Faktor 4 höher (123 und 455 µg/m<sup>3</sup> bzw. 135 und 579 µg/m<sup>3</sup>).

Mit zwei Lampen (Typ B und D) wurden die Versuche auch bei einem hohen Luftwechsel von 2,03/h durchgeführt. In diesen Fällen wurden nur noch maximale Gehalte von ca. 260 und 920 ng/m<sup>3</sup> gegenüber 381 und 4.940 ng/m<sup>3</sup> bei geringerem Luftwechsel erreicht.

Beim Versuch mit einer Leuchtstoffröhre wurde innerhalb der ersten Stunde ein Anstieg der Hg-Konzentration bis zu einem Maximum von 31.900 ng/m<sup>3</sup> beobachtet, im weiteren Verlauf bis zur abschließenden Lüftung des Raumes bewegte sich die Konzentration in einem Bereich zwischen 20.000 und 30.000 ng/m<sup>3</sup>.

In der Abb. 1 ist der Verlauf des Hg-Gehaltes in der Innenraumluft über ca. vier Tage nach dem Zerschlagen einer betriebswarmen Energiesparlampe bei geschlossenem Fenster dargestellt. In den ersten 72 Stunden zeigte sich trotz geschlossener Fenster ein langsamer Abfall der Hg-Gehalte, obwohl die Quelle in dieser Zeit im Raum verblieb. Nach Entfernung der Quelle und kurzer Lüftung stiegen die Konzentration kurzfristig nochmals bis zu einem Maximum von 260 ng/m<sup>3</sup> an, um danach erneut abzufallen.

## Bewertung und Fazit

Verschiedene Institutionen haben Beurteilungswerte festgesetzt, bei denen auch bei langfristiger inhalativer Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. So haben internationale Organisati-

onen Werte zwischen 30 und 300 ng/m<sup>3</sup> außerhalb von Arbeitsplätzen abgeleitet. Die Ad-hoc-AG Innenraumrichtwerte hat einen Richtwert II von 350 ng/m<sup>3</sup> und einen Richt-

wert I von 35 ng/m<sup>3</sup> für metallische Hg-Dämpfe festgelegt.

Nach der Sanierung kontaminierter Gebäude empfehlen die ATSDR und verschiedene amerikanische Gesundheitsbehörden, bei Konzentrationen <1.000 ng/m<sup>3</sup> Personen wieder in die Räume zu lassen. Bei Gehalten über 10.000 ng/m<sup>3</sup> werden die Gebäude sofort geräumt, während bei Konzentrationen zwischen den beiden Werten lediglich Mindestmaßnahmen ergriffen werden.

Für eine kurzfristige (akute) Exposition hat lediglich eine kalifornische Behörde einen Beurteilungswert (Reference Exposure Level, REL) von 600 ng/m<sup>3</sup> (über eine Stunde) festgelegt, der allerdings einen großen Sicherheitsfaktor enthält.

Das Auftreten akuter gesundheitlicher Effekte ist beim Zerschneiden einer KLL wenig wahrscheinlich, insbesondere wenn danach Maßnahmen sofort und konsequent durchgeführt werden.

## Maßnahmen nach dem Zerschneiden einer Kompaktleuchtstoffröhre

- Vor dem Reinigen den Raum 15 Minuten lüften und den Raum verlassen. Heizung und Klimaanlage abschalten!
- Während des Reinigens das Fenster geöffnet halten
- Auf glattem Boden Splitter und Reste vorsichtig z. B. mit einem Karton oder steifem Papier zusammenschieben (kein Besen!, kein Staubsauger!). Ggf. kleinere Bruchstücke mit Klebeband aufnehmen
- Das Quecksilber gemeinsam mit den anderen Lampenresten vorsichtig in einem dicht verschließbaren Glasgefäß sammeln
- Sofort gründlich die Hände waschen
- Alles an der örtlichen Sondermüllsammelstelle abgeben
- Bei Teppichen zuerst grob reinigen (wie zuvor beschrieben), dann mit einem Staubsauger mit Feinstaub-Filter absaugen
- Filter in der Restmülltonnen entsorgen und beim nächsten Einsatz des Staubsaugers auf gute Lüftung achten

Quelle: Modifiziert nach Umweltbundesamt unter:  
<http://www.umweltbundesamt.de/energie/licht/hgf.htm>

## Literatur und Datenquellen

- Fromme H, Büscher O, Matzen W, Drasch G, Roscher E, Nitschke L. Raumlufbelastung durch Quecksilber-haltige Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen). Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 71 (2011) 215-220.
- Umweltbundesamt. Energiesparlampen in der Diskussion - Quecksilber aus zerbrochenen Energiesparlampen – ein gesundheitliches Problem? Hintergrundpapier. 1. Dezember (2010).

## Impressum

"Arbeit, Umwelt und Gesundheit <sup>aktuell</sup>" ist Teil der bayerischen Risikoanalyse, Risikokommunikation und Gesundheitsberichterstattung nach Art. 10 des Gesundheitsdienst- und Verbraucherschutzgesetzes und dient gleichzeitig der Unterrichtung der Öffentlichkeit nach Art 10 des Bayerischen Umweltinformationsgesetzes.

Ansprechpartner:  
Herr Prof. Dr. H. Fromme  
Tel.: 09131/6808-4265  
Hermann.Fromme@lgl.bayern.de

Herausgeber:  
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL)  
Eggenreuther Weg 43  
91058 Erlangen  
Tel.: 09131/6808-0  
[www.lgl.bayern.de](http://www.lgl.bayern.de)  
[pressestelle@lgl.bayern.de](mailto:pressestelle@lgl.bayern.de)

Erlangen, Juni 2012