

## Gezondheidsklachten door het breken van kwikhoudende producten

**K**wik is een zilverachtig metaal (metallisch kwik, kwikzilver). Het is veelvuldig toegepast in meetinstrumenten, zoals thermometers, barometers, thermostaten, bloeddrukmeters. Aangezien kwik schadelijk is voor de gezondheid mogen sinds 2003 geen kwikhoudende producten meer worden verkocht. De producten die voor 2003 zijn verkocht mogen nog wel worden gebruikt. Bovendien mag kwik nog gebruikt worden voor specifieke toepassingen, waaronder fluorescentielampen, zoals spaarlampen en TI-buizen (VROM, 1998). Bij het breken van deze voorwerpen kunnen mensen gezondheidsrisico's lopen, vooral bij het breken van de meetinstrumenten. De gezondheidsrisico's door het breken van de fluorescentielampen zijn klein. In alle gevallen waarbij kwik gemorst wordt is het belangrijk goede maatregelen te treffen. Deze maatregelen zijn vooral gericht op het voorkomen van verdamping van het kwik en het inademen van kwikdamp.

### Risico's van kwik

#### Blootstelling kwik

Het kwik dat vrijkomt bij het breken van kwikhoudende producten is vooral gevaarlijk bij inademen. Inademing is voor deze vorm van kwik namelijk de belangrijkste blootstellingroute, omdat 80% van het ingeademde kwik in het lichaam wordt opgenomen. Via de mond en intacte huid wordt deze vorm van kwik praktisch niet opgenomen. Ingeademd kwik komt makkelijk in de hersenen, omdat het de bloed-hersenbarrière kan passeren. Daarnaast kan het ook de placenta passeren. Als metallisch kwik eenmaal in de hersenen of de foetus is, wordt het omgezet in kwikionen. In deze vorm kan het daar voor lange tijd 'gevangen' zitten, en als gevolg hiervan accumuleren.

Kwik is bij kamertemperatuur vloeibaar, het heeft de neiging om in kleine bolletjes bij elkaar te blijven. Kwik is bij kamertemperatuur ook vluchtig, d.w.z. dat het verdampt. De kwikconcentratie in binnenlucht is normaal ongeveer gelijk aan die van buitenlucht (2-3 nanogram/m<sup>3</sup>) (GGD, 2007). Kwikdamp is zwaarder dan lucht, waardoor de hoogste concentraties vlak boven de grond voorkomen. Kwikconcentraties in binnenlucht kunnen hoger worden door het breken van de hierboven genoemde meetinstrumenten en lampen. Door verdamping kan vloeibaar kwik in een ruimte leiden tot langdurige blootstelling aan kwikdamp.

#### Effecten kwik

Blootstelling aan hoge concentraties kwikdamp kan acute effecten veroorzaken (effecten die binnen enkele uren zichtbaar worden), zoals: hoesten, droge keel, ademnood, oogirritatie, buikpijn, misselijkheid, overgeven, hoofdpijn, duizeligheid, zwakte, hoge bloeddruk en hartslag, afname van spierreflexen. Het risico op acute effecten van vloeibare kwik is bij kamertemperatuur gering. Als vloeibare kwik verwarmd wordt bestaat er wel risico voor acute klachten, omdat er dan hoge concentraties kwikdamp in de lucht kunnen ontstaan (Baughman, 2006). Gegevens voor het vaststellen van normen voor acute blootstelling van kwikdamp zijn beperkt. De laagste concentratie waarbij acute effecten bij mensen zijn waargenomen is 1 milligram/m<sup>3</sup> (ATSDR, 1999). Volgens het RIVM is de best beschikbare drempelwaarde voor acute effecten van kwik afgeleid door de EPA in de VS. Deze hanteert een drempelwaarde van 700 microgram/m<sup>3</sup> (gebaseerd op irreversibele effecten bij proefdieren) (EPA-AEGL, 2005 volgens mail P.Janssen RIVM, 2008).

Bij kamertemperatuur kan vloeibare kwik wel effecten veroorzaken als de blootstelling lang duurt (dagen, weken, maanden; afhankelijk van de concentratie in lucht). Langdurige inademing van kwikdamp kan schade veroorzaken aan het zenuwstelsel en de nieren. Neurologische symptomen zijn: verminderde zenuwgeleiding, verminderde motoriek (b.v. oog-hand coördinatie), geïrriteerdheid, hoofdpijn, slechte concentratie, schichtigheid, trillingen, korte termijn geheugenverlies. Daarnaast kan het oogirritatie, buikkrampen, diarree, misselijkheid, verminderde eetlust, gewichtsverlies en jeukende huid veroorzaken. Kinderen kunnen zogenaamde acrodynia krijgen. Dit wordt gekenmerkt door roze gekleurde handpalmen en voetzolen, overmatig transpireren, jeuk, pijn aan de ledematen, zwakte, geïrriteerdheid, lusteloosheid, moeite met slapen (Baughman, 2006; GGD, 2007). Ook kan kwik bij overgevoelige mensen allergische reacties (contactdermatitis) veroorzaken (ATSDR, 1999).

Kinderen lopen meer risico op effecten van kwik dan volwassenen, omdat:

- kwikdamp zwaar is, waardoor de concentraties bij de vloer, waar kinderen spelen, hoger zijn;
- de ademhalingsnelheid van kinderen hoger is, waardoor ze meer kwik binnenkrijgen;
- bij kinderen kwik makkelijker de hersenen in kan komen;
- het zenuwstelsel van kinderen nog in ontwikkeling is (Counter, 2004; GGD, 2007).

De effecten van kwik zijn voornamelijk bekend van arbeiders die met kwik werken. Daarnaast zijn er casussen bekend van kinderen die met kwik speelden, of van mensen die kwik gebruikten voor bepaalde rituelen, of van het morsen grote hoeveelheden kwik. In deze gevallen ging het om blootstelling aan hoge concentraties kwikdamp in de lucht. Bij arbeiders werden chronische neurologische effecten gevonden bij een kwikconcentratie van 26 microgram/m<sup>3</sup> (Baughman, 2006).

Een drempelwaarde voor neurologische effecten bij kinderen is niet bekend. In de medische literatuur zijn wel verschillende casussen van kwikvergiftigingen bij kinderen beschreven. In de meeste gevallen werden bij deze kinderen neurologische klachten vastgesteld, maar werd pas na verloop van tijd duidelijk dat er sprake was van kwikvergiftiging. Er zijn slechts enkele studies waarbij de kwikconcentratie in lucht werd gemeten. Wel was in al die gevallen sprake van het morsen van grote hoeveelheden kwik. In een onderzoek werd een verband gelegd tussen neurologische klachten bij kinderen en langdurige blootstelling aan kwikconcentraties in lucht van 10-40 microgram/m<sup>3</sup> (Baughman, 2006).

Er worden verschillende normen gehanteerd voor het bepalen van het risico op effecten door chronische blootstelling aan kwik in lucht. In de Verenigde Staten is het minimale risiconiveau (MRL) voor kinderen voor langdurige blootstelling aan kwikdamp vastgesteld op 0,2 microgram/m<sup>3</sup> (ATSDR, 1999). Het RIVM hanteert een toegestane concentratie in lucht (TCL) van 0,2 microgram/m<sup>3</sup> (RIVM, 1994). De GGD heeft een gezondheidskundige advieswaarde voor binnenmilieu vastgesteld: 50 nanogram /m<sup>3</sup> (= 0,050 microgram/m<sup>3</sup>) als jaargemiddelde voor levenslange blootstelling (GGD, 2007).

*In de medische literatuur is een casus beschreven waarbij een grote hoeveelheid (100-300 ml) kwik werd gemorst op vloerbedekking in een kinderslaapkamer. Twee weken nadien kregen de 2 kinderen die in deze kamer sliepen gezondheidsklachten; anorexia, buikkramp, milde diarree, pijnlijke mond, bloedend tandvlees, rusteloosheid, jeukende huid. In eerste instantie werd nog geen verband gelegd met het morsen van kwik. De leraar op school constateerde achteruitgang van schoolvorderingen, verandering van handschrift en verandering van persoonlijkheid. Pas na drie maanden werden de kinderen in het ziekenhuis opgenomen en werd kwikvergiftiging vastgesteld. Na zes maanden werden nog hoge hoeveelheden kwik in lucht gemeten (tot 1 milligram/ m<sup>3</sup>) en waren nog kleine kwikdruppels in de vloerbedekking te vinden (Sexton, 1978).*

*In een andere casus hadden kinderen een pot met kwik (450 gram) van school mee naar huis genomen. Thuis speelden ze ermee, samen met de andere kinderen. Na een maand kregen de kinderen klachten en werden in het ziekenhuis opgenomen (dokters vermoedden een infectie of auto-immuunproblemen). Pas na drie maanden werd duidelijk dat de kinderen met kwik hadden gespeeld. In huis werden hoge kwikconcentraties in lucht vastgesteld (110 - 140 microgram/m<sup>3</sup>) (Baughman, 2006).*

*In een ander geval werd 20 ml kwik gemorst. Als gevolg hiervan kregen 2 kinderen na verloop van tijd klachten (gevoelloze vingers en tenen, verminderde reflexen, gestoorde gang, verhoogde bloeddruk). In het huis werden concentraties gemeten van 10 - 40 microgram/m<sup>3</sup> (Counter, 2004).*

*In Nederland was in 2006 een incident. In een woning was een kwikbevattende klok stuk gevallen. De bewoners hadden de kwikrestanten opgezogen met een stofzuiger. Twee tot drie maanden later werd een kind opgenomen in het ziekenhuis met kwikvergiftiging. In luchtmonsters werden kwikconcentraties gemeten tot 6 microgram/m<sup>3</sup> dichtbij de bron en 3,6 microgram/m<sup>3</sup> in de slaapkamer van het meisje. De woning werd schoongemaakt en na drie weken waren de kwikconcentraties gedaald tot 0,33 microgram/ m<sup>3</sup>, resp. 0,13 microgram/ m<sup>3</sup> (GGD, 2007).*

## Risico's van kwikhoudende producten

Kwik wordt gebruikt in verschillende consumentenproducten, zoals barometers, bloeddrukmeters, thermometers, batterijen, TI-buizen, spaarlampen. Bij het breken van deze artikelen kan het kwik vrijkomen. Of dit risico's oplevert voor de gezondheid is afhankelijk van de hoeveelheid kwik die vrijkomt en als gevolg daarvan de hoeveelheid kwikdamp die ingeademd kan worden. Het Departement van Environmental Public Health in de VS, dat zich bezig houdt met het verwijderen van gemorst kwik, heeft normen voorgesteld waarbij actie moet worden ondernomen: opruimen bij een kwikconcentratie in lucht boven de 1 microgram/m<sup>3</sup> en evacuatie uit de woning bij een kwikconcentratie in lucht boven de 10 microgram/m<sup>3</sup>. Deze instantie beschouwt het breken van alle voorwerpen die meer kwik bevatten dan een thermometer als risicovol (zoals barometers, bloeddrukmeters) (Baughman, 2006).

### Barometers/bloeddrukmeters

Bloeddrukmeters en barometers bevatten grote hoeveelheden kwik (ong. 150 gram, resp. 900 gram). Er zijn geen casussen bekend waarbij kwikconcentraties in lucht werden gemeten na het breken van een van deze instrumenten. Het is aannemelijk dat het morsen van deze hoeveelheden, door het breken van de instrumenten, kan leiden tot hoge kwikconcentraties in lucht (vergelijkbaar met bovengenoemde voorbeelden).

*Er is een casus beschreven waarbij een barometer viel op een brandende gaspit. Als gevolg hiervan kregen twee mensen binnen 24-48 uur neurologische, maagdarmklachten en huidreacties (Candura, 1989).*

**Conclusie:** Het breken van barometers/bloeddrukmeters met kwik kan, als het kwik niet opgeruimd wordt of niet goed verwijderd kan worden, leiden tot een hoge kwikconcentratie in lucht. Als gevolg hiervan kunnen mensen na verloop van tijd (weken, maanden) gezondheidsklachten krijgen. Het risico op acute klachten wordt klein geacht, omdat vloeibare kwik bij kamertemperatuur niet zo snel leidt tot de hoge concentratie waarbij acute effecten werden gevonden. Dit kan wel gebeuren als het kwik op een warm oppervlak of in een apparaat valt dat zorgt voor verspreiding in de lucht.

### Kwikthermometer

Een thermometer bevat ongeveer 1-3 gram kwik (= ong. 0,2 ml). Over de gezondheidsrisico's als gevolg van het breken van een thermometer is geen eenduidigheid.

*Volgens het Departement van Environmental Public Health in de VS zijn de risico's door het breken van een thermometer klein (een thermometer bevat ongeveer 1-3 gram, dit is 0,2 ml kwik). Bij het breken van een thermometer werden nooit hoge concentraties (>1 microgram/m<sup>3</sup>) in lucht gemeten. Bij een gebroken thermostaat werden, vlak boven de druppel op de grond, waarden gemeten net boven de 1 microgram/m<sup>3</sup>, een paar passen verderop was de concentratie < 1 microgram/m<sup>3</sup>. Verondersteld wordt dat deze gevallen niet tot ernstige blootstelling leiden, behalve als het kwik op een warm oppervlak valt, of in apparaten die zorgen voor verspreiding in de lucht (Baughman, 2006).*

*In de medische literatuur zijn geen vermeldingen van ernstige gezondheidsklachten als gevolg van het breken van een thermometer. Er zijn wel enkele casussen waarbij mensen contact dermatitis (allergische reacties van de huid) kregen als gevolg van het breken van een thermometer (Zimmer, 1997; Lerch, 2004).*

*Bij een voorval in Nederland werden wel hoge concentraties gemeten als gevolg van het breken van een thermometer. Vlak na het breken werden in een woonruimte kwikconcentraties tot 25 microgram/m<sup>3</sup> gemeten en na 7 weken was de concentratie gedaald tot maximaal 9 microgram/m<sup>3</sup> (GGD, 2007).*

Zeer waarschijnlijk zal in de meeste gevallen, als het gemorste kwik snel wordt verwijderd, de kwikconcentratie in lucht niet lang hoog zijn. Incidenteel kan echter de concentratie nog wel lang hoog blijven. Dit komt omdat het kwik zich heel snel verdeelt in kleine druppeltjes, die zich verspreiden. Hierdoor is het moeilijk op te ruimen. Daarnaast sijpelt het kwik in bouwmaterialen en kan het niet verwijderd worden uit poreuze materialen, zoals vloerbedekking, kleding, vezelplaat, onbehandeld hout. Uit deze materialen kan het gedurende lange tijd verdampen (Baughman, 2006).

*Volgens modelberekeningen kan vlak na het breken van een thermometer in huis een kwikconcentratie van 3 microgram/ m<sup>3</sup> heersen. Als het niet wordt opgeruimd en weinig wordt geventileerd kan dit oplopen tot 45 microgram/m<sup>3</sup>. Gedurende een jaar zou het gehalte boven de 0,5 microgram/ m<sup>3</sup> kunnen blijven. Dit is hoger dan de veilige normen (norm binnenmilieu: 50 nanogram/ m<sup>3</sup> en TCL van 200 nanogram/m<sup>3</sup>). Volgens het model zou al bij het morsen van 0,2 gram kwik een luchtconcentratie kunnen ontstaan van 0,5 microgram/m<sup>3</sup> (GGD, 2007).*

**Conclusie:** *Het breken van een thermometer kan, als het kwik niet opgeruimd wordt of niet goed verwijderd kan worden, leiden tot een kwikconcentratie in lucht boven de veilige norm voor levenslange blootstelling. Het risico op acute klachten van deze hoeveelheden is zeer klein, behalve als het op een warm oppervlak of in een apparaat valt dat zorgt voor verspreiding in de lucht. Mensen kunnen wel na verloop van tijd (weken, maanden) gezondheidsklachten krijgen. Gevoelige mensen kunnen contactdermatitis krijgen door deze blootstelling.*

### **Spaarlamp of TI-buis**

De hoeveelheid kwik in deze lampen is erg klein; een spaarlamp bevat 2-5 milligram kwik, een TI-buis ongeveer 3 milligram. Deze hoeveelheid is veel minder (ong. 500 keer) dan in een thermometer (1-3 gram = ong. 0,2 ml). Het risico op gezondheidsklachten is ervan afhankelijk of de lamp breekt als hij warm is, of als hij koud is. Deze twee scenario's verschillen in de mate en duur van de blootstelling en daarmee in de risico's voor de gezondheid. Kwik in een spaarlamp en een TI-buis komt namelijk gedeeltelijk voor als vloeistof en gedeeltelijk als damp. De bijdrage van beiden fasen is afhankelijk van de temperatuur. Bij kamertemperatuur is het kwik in de lamp voornamelijk vloeibaar (verzadigde dampconcentratie bij kamertemperatuur: 15 milligram/ m<sup>3</sup>. In een lamp van 20 cm<sup>3</sup> bevindt zich ongeveer 0,30 microgram in dampvorm). Bij het breken van een koude lamp komt het kwik dus voornamelijk als vloeistof vrij. Als de lamp warm is komt het kwik voornamelijk voor als damp, dus bij het breken van een warme lamp komt het kwik voornamelijk als damp vrij.

### **Het breken van een koude lamp**

Bij het breken van een koude lamp komt vloeibare kwik vrij. Een spaarlamp bevat 2-5 milligram kwik (0,0004 ml). Van deze hoeveelheid zal waarschijnlijk een gedeelte aan het glas blijven hangen en bij het opruimen afgevoerd worden. Volgens modelberekening van de GGD in Groningen zou, als er 1 milligram kwik achterblijft in een kleine slecht geventileerde ruimte (15 m<sup>3</sup> met een ventilatievoud van 0,5), de te verwachten concentratie ongeveer 20 nanogram/m<sup>3</sup> zijn (afhankelijk van o.a. temperatuur en structuur van de verontreinigde oppervlakken) (GGD, 2008). Dit is lager dan de veilige norm voor levenslange blootstelling (50 nanogram/m<sup>3</sup>). Geschat op basis van de GGD berekening zou, indien de maximale hoeveelheid (5 milligram) in een slecht geventileerde kleine ruimte achterblijft, de luchtconcentratie ongeveer 100 nanogram/m<sup>3</sup> zijn. Dit zou betekenen dat de kwikconcentratie (tijdelijk) boven de veilige norm komt.

**Conclusie:** *Het breken van een koude spaarlamp of TI-buis kan, als het kwik niet opgeruimd wordt of niet goed verwijderd kan worden, leiden tot een kwikconcentratie in lucht boven de veilige norm voor levenslange blootstelling. Het risico op acute klachten van deze hoeveelheden is zeer klein. Bovendien is te verwachten dat het risico op gezondheidseffecten op de langere termijn klein is, omdat de (te hoge) blootstelling tijdelijk is (de norm is gebaseerd op levenslange blootstelling). Het is niet bekend of gevoelige mensen klachten (contactdermatitis) kunnen krijgen door deze blootstelling.*

### **Het breken van een warme lamp**

Als de lamp heet is komt het kwik vrij in de vorm van damp. Bij hoge concentraties kan kwikdamp acute effecten veroorzaken. Het risico op acute klachten als gevolg van het breken van een spaarlamp kan geschat worden uitgaande van een worst-case scenario, waarbij de maximale hoeveelheid kwik volledig als damp vrij komt en zich verspreidt in een kleine ruimte. Uit een spaarlamp komt maximaal 5 milligram kwikdamp vrij. Na verspreiding in een gesloten kleine ruimte van 10 m<sup>3</sup> (2 x 1 x 5) zal dit leiden tot een kwikconcentratie van 500 microgram/m<sup>3</sup>. Aangezien er geen norm bekend is voor acute blootstelling is het risico op acute effecten niet eenduidig vast te stellen. De berekende kwikconcentratie is lager dan de door de EPA afgeleide drempelwaarde voor acute effecten (700 microgram/ m<sup>3</sup>).

Als er snel wordt geventileerd zal een groot deel van de kwikdamp naar buiten gaan. Een deel kan door condensatie op koude oppervlakken in de ruimte achterblijven en geleidelijk verdampen.

Vergelijkbaar met het breken van een koude lamp kan dit volgens de modelberekening van de GGD (als er 1 milligram kwik achterblijft in een kleine slecht geventileerde ruimte) leiden tot een kwikconcentratie van ongeveer 20 nanogram zijn (GGD, 2008). Dit is lager dan de veilige norm voor levenslange blootstelling (50 nanogram/m<sup>3</sup>).

**Conclusie:** Het breken van een warme spaarlamp of TI-buis kan, kort na het breken, leiden tot een hoge kwikconcentratie in lucht. Het risico op acute klachten van deze hoeveelheden is waarschijnlijk klein, maar kunnen afhankelijk van de specifieke situaties niet geheel worden uitgesloten. Als er goed wordt geventileerd is het risico op gezondheidseffecten op de langere termijn ook klein. Het is niet bekend of gevoelige mensen klachten (contactdermatitis) kunnen krijgen door deze blootstelling.

**Tabel 1:** overzicht hoeveelheid kwik in product en kwikconcentraties die in lucht kunnen ontstaan bij breken product.

	kwik in product gram	ml	breekomst.	kwik in lucht nanogram/m <sup>3</sup> vlak na breuk	na jaar	bron
barometer	900	67				
bloeddrukmeter	150	11				
thermometer	3	0,2		45000	500	model (RIVM, 2007)
spaarlamp	0,002 - 0,005	0,0001-0,0004	koud	20		model (GGD, 2008)
			warm	100		eigen schatting
				500.000		eigen berekening
TL	0,003	0,0002				

**Tabel 2:** normen/effectniveau kwikdamp in lucht

	kwik in lucht nanogram/m <sup>3</sup>
laagste concentratie waarbij acute effecten gevonden zijn (ATSDR, 1999)	1000.000
AEGL drempelwaarde voor acute effecten (EPA, 2005)	700.000
TCL toegestane concentratie in lucht (RIVM, 1994)	200
MRL VS voor levenslange blootstelling kinderen (ATSDR, 1999)	200
norm binnenmilieu levenslange blootstelling (RIVM, 2007)	50

## Adviezen

### Bij het breken van een spaarlamp

- Eerst minstens 15 minuten luchten en daarna ventileren.
- Alleen iemand in de ruimte laten die de resten opruimt. Geen kinderen/zwangeren in de verontreinigde ruimte.
- Resten opvegen met een papertje/handschoenen aan.
- Geen stofzuiger gebruiken bij het opruimen, omdat hierdoor het kwik zich meer verspreidt. Mocht de stofzuiger toch gebruikt zijn, dan de zak naar het chemisch afval en de stofzuiger goed reinigen.
- Het afval in plastic zak doen, deze goed af sluiten en bij het klein chemisch afval doen.

### Bij breken van thermometer

- Tijdens en na schoonmaken goed luchten en ventileren.
- Alleen iemand in de ruimte laten die de resten opruimt. Geen kinderen/zwangeren in de verontreinigde ruimte.
- Verplaatsen van kwik zoveel mogelijk voorkomen door voor en tijdens het opruimen zo min mogelijk heen en weer te lopen naar andere ruimten.
- Proberen het kwik bij elkaar te vegen tot één grote druppel met papertje, of met plakband op te pakken. Door zwavelpoeder (verkrijgbaar bij apotheek) op de druppel te strooien kan er minder kwik verdampen en is het beter op te vegen

- Geen stofzuiger gebruiken bij het opruimen, omdat hierdoor het kwik zich meer verspreidt. Mocht de stofzuiger toch gebruikt zijn, dan de zak naar het chemisch afval en de stofzuiger goed reinigen.
- Het afval in plastic zak doen, deze goed af te sluiten en het klein chemisch afval doen.
- Ook textiele oppervlakken, zoals kleding en knuffels, waarop kwik is gemorst in een plastic zak doen, goed afsluiten en bij het klein chemisch afval doen.
- Lichaamsdelen die met kwik in aanraking zijn geweest zo goed mogelijk wassen met zeep.

#### **Bij alle voorwerpen die meer kwik bevatten dan thermometer**

- Goed luchten en ventileren.
- Iedereen uit de verontreinigde ruimte.
- Professionele instantie inschakelen (bv GGD) voor het opruimen.
- Mensen die blootgesteld zijn kwik in bloed/urine laten meten.

#### **Bronnen**

- ATSDR, 1999. Toxicological profile for mercury. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.html>
- Baughman, T.A.. Elemental Mercury Spills. *Environ Health Perspect.* 2006 February; 114(2): 147-152.
- Candura F, Biscaldi G, Minoia C, Malamani T, Bosio E, Catenacci G, Fonte R, Mattia M. Acute accidental poisoning by mercury vapors in the home environment. *G Ital Med Lav.* 1989 Sep;11(5):209-13
- Counter, S.A., Buchanan, L.H., Mercury exposure in children; a review. *Toxicology and applied pharmacology* 198 ( 2004) 209-230..VROM Dossier kwik. [www.VROM.nl](http://www.VROM.nl)
- GGD 2007. Handboek binnenmilieu 2007. [http://www.rivm.nl/milieuportaal/images/11\\_hb\\_BINNENMILIEU.pdf](http://www.rivm.nl/milieuportaal/images/11_hb_BINNENMILIEU.pdf)
- GGD, 2008. Geen gezondheidsklachten te verwachten door het breken van een spaarlamp. Notitie Frans. Duym. GGD Groningen. Januari 2008.
- Lerch M, Bircher AJ Systemically induced allergic exanthem from mercury. *Contact Dermatitis.* 2004 Jun;50(6):349-53.
- RIVM, 1994. Basisdocument Kwik. RIVM Rapport 710401023. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/710401023.html>
- Sexton,D.J., Powell, K.E., Liddl, J., Smrek, A, Smith, J.C., Clarkson, T.W., A non-occupational outbreak of inorganic mercury vapour poisoning. *Archives of Environmental Health.* 1978
- VROM. 1998. Besluit kwikhoudende producten Wet milieugevaarlijke stoffen. Stb. 9 september 1998, 553.
- Zimmer J, Grange F, Straub P, Haegy JM, Guillaume JC. Mercury erythema after accidental exposure to mercury vapour. *Ann Med Interne (Paris).* 1997;148(4):317-20

*Februari 2008*  
*Mariët Ticheler*