

Amalgaam

II. Kwikbronnen

Samenvatting. Kwik en kwikverbindingen, afkomstig uit een veelheid van bronnen, waaronder tandheelkundig (afval)amalgaam, zijn overal in het milieu aanwezig. Opname van kwik(verbindingen) door de bevolking geschiedt via de huid, adem, voedsel en drinken. Een groot deel van de bevolking neemt ook kwik(damp) uit amalgaamrestauraties op. Kwik kan allergie veroorzaken en het is toxisch. Vermoedelijk vanwege berichten in de massamedia en mede op instigatie van acupuncturisten schrijft een onbekend aantal patiënten een scala van geestelijke en lichamelijke klachten toe aan 'amalgaamvergiftiging'. Veel van deze klachten passen niet bij de symptomen van (anorganische) kwikvergiftiging. Als de ziekteklachten inderdaad veroorzaakt worden door kwik uit amalgaam, mag het materiaal niet meer worden gebruikt en moeten de naar schatting 70 tot 120 miljoen amalgaamrestauraties in ons land worden vervangen door vullingen van andere materialen. De vraag is dan met welk materiaal dit uiterst kostbare en welhaast onmogelijk geachte karwei moet worden uitgevoerd.

SCHUURS AHB, DAVIDSON CL. Amalgaam. II. Kwikbronnen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1993; 100: 7-10.

A. H. B. Schuurs, tandarts¹
C. L. Davidson, fysicus²

Uit ¹de vakgroep Cariologie en Endodontologie en ²de vakgroep Tandheelkundige Materiaalwetenschappen van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

Trefwoorden: **Materiaalkunde** – Amalgaam – Kwik – Milieu

Datum van acceptatie: 22 augustus 1992.

Adres: Dr. A.H.B. Schuurs, ACTA, Louwesweg 1, 1066 EA Amsterdam.

1 Inleiding

Bezorgdheid over milieuvervuiling door kwik heeft de laatste decennia geleid tot internationale verdragen, EG-richtlijnen en nationale wetgeving.* Bepaald is dat bewust (intentioneel) voorkomen moet worden dat kwik in het milieu belandt. Via een convenant zijn de lozing en afvalverwerking van amalgaam uit tandartspraktijken geregeld en in 1992 gerealiseerd. Echter, patiënten staan toch nog bloot aan kwik dat in voedsel, lucht en milieu aanwezig is, tijdens tandheelkundige behandeling, en aan dat afkomstig uit amalgaamvullingen.

2 Rationale

Alle bestanddelen van amalgaam zijn min of meer toxisch, maar het 'meer' geldt vooral voor het metaal kwik. Verklaarde tegenstanders van amalgaam,¹ waaronder tandartsen, stellen dat uit amalgaamrestauraties vrijkomend kwik de gezondheid schaadt. Van tandartsen die dit niet onderschrijven, wordt, demagogisch, gezegd dat zij '... niet op de hoogte zijn van de wetenschappelijke literatuur'.¹

Voorzats kan kwik, zij het zelden, sensibiliseren (allergie type IV); korte tijd na contact met kwik ontstaan vooral in en rond de

mond reacties, die na 10-14 dagen verdwijnen.² Deze reacties moeten worden onderscheiden van tekenen van (mechanische) irritatie door amalgaam.

Een grote diversiteit aan lichamelijke en geestelijke klachten van patiënten, door hen toegeschreven aan (kwik uit) amalgaamrestauraties, én milieuoverwegingen nopen de professie tot bezinning. Daartoe is het nodig te weten op welke wijzen de bevolking en individuen met kwik in aanraking komen. En, kwantitatief, welke hoeveelheden en concentraties dat betreft. Niet alleen het contact met (anorganisch) kwik(damp) is van belang. Kwik-ionen kunnen door micro-organismen worden gemethyleerd en als zeer giftige organische verbinding binnendringen in eiwitverbindingen, dus in de voedselketen.³ Al met al voldoende reden om na te gaan waar kwik voorkomt en waar het wordt gebruikt.

3 Veiligheidsnormen

Kwik komt in drie chemische vormen voor:⁴

1. Metallisch (elementair of gedegen) kwik (Hg⁰) is vloeibaar bij temperaturen boven -38,87°C en geeft dan een kleur- en reukloze damp af. De kwikdampspanning neemt met temperatuurstijging snel toe. Op aan lucht geëxposeerd kwik wordt echter een extreem dun, transparant en buigzaam laagje kwikoxyde (HgO) gevormd, waardoor de verdamping drastisch vermindert, na 17 uur met een factor drie (Benjamins 1983, geciteerd door Okabe, 1987).⁵

2. Anorganische kwikverbindingen (sulfiden, oxyden, chloriden) komen in gesteente voor. Metallische verbindingen ontstaan na mengen van kwik met tandheelkundig zilveramalgaam. Kwik wordt gemijnd als

cinnaber (kwiksulfide) en soms als metallisch kwik (afb. 1).

3. Tot de organische kwikverbindingen (organomercurials) behoren de relatief stabiele verbindingen met methyl (HgCH₃⁺-ion), de minder stabiele ethylverbindingen (HgC₂H₅) en de niet-stabiele, zoals fenylkwikchloride (C₆H₅-Hg-Cl).

De chemische vorm van kwik is in toxisch opzicht belangrijk. De verzadigingsconcentraties voor kwik(verbindingen) in lucht bij 20°C en de door de World Health Organisation (WHO) beroepsmatig toelaatbaar geachte Maximaal Aanvaardbare Concentratie (MAC) zijn in tabel I vermeld;⁴ de volgorde wat giftigheid betreft, is hieruit af te lezen. Beroepsmatige blootstelling aan maximaal 500 µg Hg/m³ wordt voor een korte tijd acceptabel geacht.

Voor de bevolking werd een lagere drempel dan de beroepsmatige nodig geacht. Hierbij werd rekening gehouden met het gegeven dat gewoonlijk alleen gezonde mensen beroepsmatig aan kwik zijn blootgesteld (WHO, geciteerd door Eley & Cox, 1987).⁶

4 Kwik in het milieu

Kwik komt in diverse vormen overal voor.^{7,8} Kwik en zijn verbindingen vormen een kringloop in het milieu. Oplosbare verbindingen zullen met de neerslag op/in bodem/water terecht komen en kunnen aldaar gereduceerd worden tot metallisch kwik, dat weer kan verdampen, oxyderen of tot andere (an)organische verbindingen verworden, enzovoorts.

4.1 Lucht

Door ontgassing van de aardkorst en ocea-

*Overeenkomsten van Oslo, Londen, Parijs. In Nederland (Staatsblad 1981, 573) is de raamwet 'Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne' (WABM, voorstel tot herziening in 1989) van kracht, waaronder de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (WVO), waarin over lozingsvergunningen wordt gesproken, en Wet Chemische Afvalstoffen (WCA) vallen.

nen en door vulkaanuitbarstingen zou jaarlijks 30.000-150.000 ton kwik verdampen. Door verbranding van fossiele brandstoffen en industriële activiteit komen daar jaarlijks enige tienduizenden tonnen bij.⁹ Volgens een andere opgave komt door natuurlijke oorzaken echter slechts 3000 à 5000 en door menselijke activiteit 6000 ton kwik/jaar in het milieu.^{8, 10} Bij de winning (10.000 ton/jaar) en zuivering van (gedegen) kwik zal veel damp vrijkomen, maar dit lijkt in eerste instantie vooral van lokaal belang. Via de lucht komt naar schatting jaarlijks zes ton (anorganisch) kwik(damp) ons land binnen.

In Nederland (1980) was in delfstoffen, voornamelijk in de toenmalig gewonnen 67 miljard kubieke meter aardgas, 12,6 ton kwik aanwezig. Door de gasbehandeling (koude afscheiding, filtering, in achterblijvend zuiveringsslib) wordt het merendeel van het kwik eruit gehaald. Van de oorspronkelijk aanwezige 180 µg Hg/m³ gas van 0° C blijft uiteindelijk 15 µg Hg/m³ over. Dit slaat grotendeels neer in het buizenstelsel, maar naarmate dat meer verzadigd raakt, komt er wat meer bij de verbruikers terecht. Door verbranding van aardolie en steenkool in ons land komen jaarlijks ook enige honderden kilo's kwik vrij.⁷

4.2 Water

Via de grote rivieren, met name de Rijn, wordt afvalkwik aangevoerd, zij het tegenwoordig veel minder dan voorheen dankzij milieuhygiënische maatregelen. Voor een deel bezinkt het kwik in de rivierbeddingen. De rest komt in zee terecht, maar niet overal evenveel. Zeewater bevat ongeveer 0,02 µg/l opgelost kwik, maar méér in de nabijheid van de kust als gevolg van de aanvoer door de rivieren; bijvoorbeeld in het westelijk waddengebied is dit 0,05 µg/l.

Als norm voor kwik in ingelaten water ter bereiding van het drinkwater geldt een maximum van 1 µg Hg/l, maar als slechts eenvoudige zandfiltratie volgt is de norm 0,3 µg Hg/l. In regenwater variëren de hoeveelheden tussen 0,2 tot 0,12 µg Hg/l.

Gemakshalve worden de organomercurials (methylkwik) in vis, die in vergelijking met andere dieetbestanddelen de hoogste concentraties hebben, hier vermeld. Door micro-organismen gemethyleerd kwik wordt door plankton opgenomen en dat wordt door vissen al dan niet direct genuttigd. Bioaccumulatie betreft vooral de grotere zeevissen (haaien, heilbot, zwaardvis en tonijn), voorts de zoetwatervissen aal, baars en snoekbaars. De concentraties zijn afhankelijk van de plaats waar de vis wordt gevangen (hoog in onder meer Hollands Diep, IJsselmeer, Oude Veer, bollengebied).⁷ In deze zoetwatervissen zijn waarden van meer dan 1 mg Hg/kg geen uitzondering.¹⁰ Bij de reeds vermelde normen



Afb. 1. Erts uit Almadén (Spanje), met gedegen kwik (bolletjes), kwiksulfide (rood), moedergesteente (leicsteenachtig) en kwarts (wit). Elders bevat het kwikerts nauwelijks gedegen kwik en bestaat het voornamelijk in de vorm van cinnaber (= HgS). De mijn werd al door de Romeinen geëxploiteerd en sinds 1499 is hier 290 miljoen kilo kwik gewonnen.^{20, 21}

(tab. I) werd niet verdisconteerd dat seleen de giftige werking van (an)organisch kwik opheft of op zijn minst tegengaat. Doordat in zeevis relatief hoge seleengehalten voorkomen, zou een natuurlijke bescherming bestaan.¹⁰ Toch raadt de WHO aan zwangeren te controleren, indien zij meer dan 100 g vis per dag consumeren.¹¹ In Japan liepen in de jaren vijftig velen een ernstige, in enkele gevallen dodelijke, vergiftiging op ('Minamata-ziekte') als gevolg van consumptie van met kwik verontreinigde vis. Het kwik was afkomstig van een vinylchloridefabriek.^{12, 13}

4.3 Bodem

De Nederlandse landbouwgrond bevat over het algemeen 0,1-0,2 µg Hg/g, maar met havenslib opgespoten terreinen bevatten een factor 30 tot 100 maal meer. Een groot deel van de gewassen in Nederland bevat één honderdste deel daarvan, sommige (boerenkool) één tiende. In Irak vielen 459 doden door eten van met een kwik preparaat behandeld zaaigoed.¹⁰ Terzijde, de hoeveelheid in sommige melkproducten ligt beneden de aantoonbaarheidsgrens.

5 Gebruik en verbruik van kwik

Nederland importeert en exporteert jaarlijks variërende hoeveelheden kwik(verbindingen) (tab. II). Tussen 1975 en 1982 overtrof de jaarlijkse invoer van metallisch kwik vrijwel altijd de uitvoer met enkele tientallen tonnen. De geïmporteerde anorganische verbindingen, in de vorm van kwikoxyden, en de organische kwikverbindingen werden na bewerking en verwerking voor het overgrote deel weer uitgevoerd.⁷

Kwik werd en wordt veel gebruikt. Zilver spiegels zijn een voorbeeld van grootschalige industriële toepassing in het verleden. Waar certijds, bijvoorbeeld in Amsterdam, de fabriekjes stonden, is de grond vaak nog door kwik vervuild. Ook werden kwik en kwikverbindingen in medicamenten gebruikt, wat langer geleden bij de bestrijding van syphilis en later als desinfectans (HgC₂), in laxeer- en ontwormingsmiddel en gezichtscrème (Hg₂Cl₂, calomel), mercuriochroom, en als diureticum.

In het midden van de jaren tachtig worden kwik en kwikverbindingen gebruikt in een zestigtal industrieën, zoals de chlooralkali-, houtpulp- en papier-, batterij-, explosieven- (slaghoedjes, knalbonbons), (onderwater)verf- en amalgaamindustrie, bij goudwinning, in laboratoria (als katalysator), enzovoorts. Het wordt ook toegepast in industriële producten, waaronder thermometers, kwikschakelaars, gasontledingsbuizen, bloeddrukmeters, barometers, enzovoorts.

De chlooralkali-industrie gebruikte voorheen veel kwik, als elektrode materiaal. Bij de elektrolytische productie van chloor, waterstof en natronloog bestonden kwikemissies; door verbeterde methoden is het gebruik gedecimeerd.⁷ Ook elders werd en wordt het kwikgebruik teruggedrongen.

Kwikverbindingen worden in de landbouw (vroeger ook in de bollenteelt) aangetroffen, voor schimmelbestrijding in zaden en granen (fenylkwik, methylkwikbenzozaat), pootaardappelen (ethylkwikbromide), en voor insectenbestrijding.

In de geneeskunde worden behalve calomel nog steeds verschillende kwikverbindingen toegepast, onder andere in oog- en oordruppels (fenylkwik en methoxyethylkwik), in mondwaters en als conserveermiddel in injectievloeistoffen (ethylkwikthiosalicylaal). Ook wordt nog steeds op bescheiden schaal kwikbevattende zeep ge-

Tabel I. Verzadigingsconcentraties in lucht bij 20° C, de beroepsmatig Maximaal Aanvaardbare Concentraties (MAC) bij 20° C, en de factoren waarmee verzadigingsconcentraties de MAC-waarden overschrijden (naar Hörsted et al., 1991).⁴

	Verzadigingsconcentratie	MAC-waarden	Overschrijdingsfactor MAC-waarden
Metallisch kwik	14 mg/m ³	50 µg/m ³ mannen	280
		25 µg/m ³ vrouwen*	560
		1 µg/m ³ bevolking	14000
Kwikchloride	2,5 mg/m ³	10 µg/m ³	25
Methylkwikchloride	75 mg/m ³	1 µg/m ³	7500

* in de vruchtbare leeftijd

Tabel II. Aanvoer van kwik in Nederland in 1980, gebaseerd op een CBS-rapport.⁷

Bron	1000 kg
Lucht	6
Rivierwater	17,6
Aardgas	12
Kolen	0,6
Import*	
metallisch kwik	85-205
anorganisch kwik	23-63
organisch kwik	12-69

* in de periode 1975-1982.

Tabel III. Verschillende schattingen van het aantal jaarlijks vervaardigde amalgaamrestauraties in enkele landen.

Land	Jaar	Restauraties/verzekerde	Restauraties/jaar
V.S. ⁹	1979		110.000.000
Engeland ¹⁸	1982		35.000.000
V.S. ¹⁸	1982		135.000.000
Nederland	1982*	0,8676	9.000.000
Nederland ¹⁴	1988		12.000.000
Nederland ¹⁵	1988**		8.250.000
Nederland	1988**	0,5739	6.400.000
België ¹⁹	1990		3.800.000
Nederland	1990	0,5905	6.600.000

* Schatting op aanname dat 4/5 van alle restauraties van amalgaam zijn en uitgaande van gegevens van de Ziekenfondsraad.¹⁶

** Nieuwe schatting op aanname dat 3/4 van alle restauraties van amalgaam zijn, uitgaande van de gegevens van Kroeze,¹⁵ en de gegevens van de Ziekenfondsraad.¹⁶

bruikt, om een lichtere huidskleur te verkrijgen. Tamelijk recent is de toediening van anorganische kwikzouten, rectaal en peritonaal, bij kankerbestrijding. Bovendien wordt in de tandheelkunde veel kwik verbruikt.

5.1 Kwikgebruik in de tandheelkunde

Amalgaam eist een niet met zekerheid bekende, maar in ieder geval aanzienlijke hoeveelheid kwik.

1. Volgens de Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlakte-

wateren (CUWVO) vervaardigden de 6000 in Nederland actieve tandartsen in 1988 elk 2000 amalgaamrestauraties van gemiddeld 1 gram. Iets minder dan de helft (45,3%) van deze 12.000.000 vullingen (12 ton amalgaam) is kwik, dus 5,5 ton.¹⁴ Maar ook een lager aantal van 11.000.000 restauraties, van amalgaam én composiet, per jaar is vermeld.¹⁵

Gebaseerd op de gerapporteerde aantallen restauraties per 1000 ziekenfondsverzekerden,¹⁶ en aannemende dat 1. bij de particuliere patiënten een vergelijkbaar aantal restauraties wordt vervaardigd, en 2. 25% van de restauraties in 1988 niet uit amal-

gaam was vervaardigd,¹⁷ is hier voor enkele jaren het aantal gelegde amalgaamrestauraties berekend (tab. III). Volgens deze herberekeningen kan de schatting van het kwikverbruik door het CUWVO te hoog zijn.

2. Een schatting van het totaal aanwezige aantal amalgaamrestauraties wordt met vele slagen om de arm gemaakt. Daarbij is de levensduur van de restauraties van belang, een onderwerp waaraan later nog aandacht wordt besteed. Onderzoek wees uit dat na 5-11 jaar 50% van de restauraties niet meer voldoet.¹⁵ Uitgaande van een tienjarige levensduur en van het over tien jaar gemiddelde aantal amalgaamrestauraties gemaakt bij ziekenfondsverzekerden,¹⁶ wordt het totale aantal amalgaamrestauraties in Nederland geschat op ten minste 70 miljoen. Gaan we daarentegen uit van het CUWVO-rapport, dan zijn er 120 miljoen. Ter vergelijking, in België met circa 10 miljoen inwoners wordt dit aantal geschat op 40 miljoen.¹⁹

5.2 Waar blijft het 'tandheelkundige' kwik?

Kwik komt in het milieu terecht door verdamping (praktijk, riool, slib, enzovoorts), verbranding (van vervuild zuiveringsslib, huisvuil met geëxtraheerde, gevulde elementen, lijkverbranding) en gebruik van waterzuiveringsslib met amalgaamafval in de landbouw. In Nederland vinden ± 56.000 crematies per jaar plaats, maar filters (lang niet overal aanwezig) vangen circa 85% van de kwikdamp weg.

Door amalgaamafscijders en andere maatregelen komt uit de tandartspraktijken van het totaal aan verwerkt kwik (7400 kg Hg/j) heden naar schatting nog 150 kg Hg/j in het riool terecht, circa 75 kg hiervan in zuiveringsslib en 30 kg in het oppervlaktewater. Voorheen was dat naar schatting ongeveer 3300 kg/jaar.¹⁴

De hoeveelheid kwik die vrijkomt uit restauraties, komt in de CUWVO-berekeningen niet aan de orde. Dit onderwerp wordt in een vervolgartikel besproken.

6 Slot

Misschien mede aangepraat door de telkens weer herhaalde berichtgeving in de massamedia, vermoedelijk ook gesteund door uitspraken van (tandarts)acupuncturisten, schrijft een onbekend aantal mensen één of meer ziektesymptomen toe aan amalgaamrestauraties. Het betreft in hoofdzaak cardiovasculaire, neurologische, immunologische en psychische problemen, waarvan echter vele niet thuishoren in het rijtje symptomen van vergiftiging met metallisch kwik. Maar sommige symptomen passen wél bij vergiftiging met organisch kwik. Anderen worden door de be-

richtgeving ongerust. Een onbekend aantal personen vraagt om vervanging van amalgaam door een ander materiaal, vooral door composiet. Het is daarbij onduidelijk of men echt klachten door amalgaam veroorzaakt heeft dan wel ongerust is over eventuele toxische of allergische, mogelijk ook galvanische, effecten. Overigens, hoewel composiet veelbelovend is en het materiaal voortdurend nog wordt verbeterd, kunnen pas na grootschalige en langdurige klinisch toepassing uitspraken over de biocompatibiliteit worden gedaan; dat geldt tevens voor de duurzaamheid. Tevens is op dit moment de afsluiting door de aan composiet inherente krimp 'matig' te noemen.

Het doet voor de leek paradoxaal aan uit de krant te vernemen dat amalgaam niet via het riool mag worden afgevoerd, terwijl het wel in de mond wordt aangebracht. Indien bewezen wordt dat amalgaam zo schadelijk is, mag het materiaal natuurlijk niet meer worden gebruikt. Bovendien zouden dan eigenlijk alle amalgaamrestauraties moeten worden verwijderd, eventueel gevolgd door ontgiftiging. Dat is gezien de naar schatting 70-120 miljoen door goud, porselein of composiet te vervangen amalgaamvullingen, een praktisch onmogelijk en een duur karwei. Het verwijderen van amalgaam levert wellicht meer expositie aan kwik op dan het geval is bij de restauraties *in situ* laten.

Summary

AMALGAM. II. SOURCES OF MERCURY

Key words: Dental materials – Amalgam – Mercury – Environment

Mercury and its compounds, arising from many sources among which dental amalgams, are present everywhere, usually in low concentrations. Mercury is absorbed by inhalation, ingestion and skin from the air, diet and water. A large proportion of the population absorbs also mercury vapour and amalgam particles from amalgam restorations. Mercury may lead to allergic and may cause toxic reactions. Presumably due to the mass media and instigated by acupuncturists, an unknown number of patients ascribe a large diversity of complaints to their amalgam restorations. Many of the complaints do, however, not fit the symptoms of mercury poisoning. If the amalgam restorations underlie the complaints indeed, the material has to be banned. Moreover, the for the Netherlands estimated 70-120 million restorations of amalgam should be replaced by fillings of another material. The question then is which material(s) must be used to perform such an almost impossible large and expensive task.

Literatuur

- ¹ZIFF S. Silver dental fillings. The toxic time bomb: can mercury in your dental fillings poison you? New York: Aurora Press, 1984.
- ²VAN CAUWENBERGHE P, MASY N. Allergie in de tandheelkunde. Ned Tijdschr Tandheelkd 1991; 98: 58-61.
- ³WALTHER K. Milieuproblemen in de tandartspraktijk. Ned Tijdschr Tandheelkd 1991; 98: 66-9.
- ⁴HÖRSTED-BINDSLEV P, MAGOS L, HOLMSTRUP P, ARENHOLT-BINDSLEV D. Dental amalgam - a health hazard? Copenhagen: Munksgaard, 1991: 9-10.
- ⁵OKABE T. Mercury in the structure of dental amalgam. Dent Mater 1987; 3: 1-8.
- ⁶ELEY BM, COX SW. Mercury from dental amalgam fillings in patients. Br Dent J 1987; 163: 221-6.
- ⁷CENTRAAL BUREAU VOOR DE STATISTIEK. Kwik in Nederland 1980. 's-Gravenhage: Staatsuitgeverij, 1984.
- ⁸WORLD HEALTH ORGANIZATION. Inorganic mercury. Environmental health criteria 118. Geneva, 1991.
- ⁹LANGAN DC, FAN PL, HOOS AA. The use of mercury in dentistry: a critical review of the recent literature. J Am Dent Assoc 1987; 115: 867-80.
- ¹⁰RUITER A. Kwik. In: Commissie Voorlichting en Publiciteit van de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging (ed.). Chemische feitelijkheden. Aktuele chemische encyclopedie. Alphen aan den Rijn: Samsom/H.D. Tjeenk Willink, 1991.
- ¹¹WORLD HEALTH ORGANIZATION. Methylmercury. Environmental health criteria 101. Geneva, 1990.
- ¹²EDWARDS T, McBRIDE BC. Biosynthesis and degradation of methyl mercury in human faeces. Nature 1975; 253: 462-4.
- ¹³SCULLY C, CAWSON RA, GRIFFITHS M. Occupational hazards to dental staff. London: British Dental Association, 1990: 85.
- ¹⁴COORDINATIECOMMISSIE UITVOERING WET VERONTREINIGING OPPERVLAKTEWATERS. WERKGROEP IV. Afvalwaterproblematiek in de tandheelkundige verzorging. CUWVO, Hoofdirectie van de Waterstaat, 's-Gravenhage, 1990.
- ¹⁵KROEZE HJP. Amalgam and composite restorations. Nijmegen: Katholieke Universiteit. Academisch proefschrift, 1989: 5-6.
- ¹⁶ZIEKENFONDSRAAD. Financiële Jaarverslagen. Amstelveen, 1982-1990.
- ¹⁷KROEZE HJP, PLASSCHAERT AJM, VAN 'T HOF MA, TRUIN GJ. Prevalence and need for replacement of amalgam and composite restorations in Dutch adults. J Dent Res 1990; 69: 1270-4.
- ¹⁸VAN ROSSUM GMJM, VRIJHOEF MMA. Kwikbelasting in de Nederlandse tandartspraktijk. Nieuwegein: NMT 1987.
- ¹⁹VERMEULEN M, GLADYSS, VANHERRLE G. Angst voor amalgaam. Leuven: Tandheelkundige Tijdingen, 1992; 58: 5.
- ²⁰MANDEL ID. Amalgam hazards. J Am Dent Assoc 1991; 122: 62-5.
- ²¹DE VRIES WCP. De ertsvoorkomens van Spanje. GEA 1992; 25: 51-5.