

Amalgaamgebruik en kwikuitstoot in Nederland

W.G. Burger¹
J. van den Heuvel²
E. Kolsteeg³
A.H.B. Schuurs⁴

Samenvatting. In september 1995 is de Gezondheidsraad gevraagd de rijksoverheid te informeren over de voor- en nadelen van het tandheelkundig gebruik van amalgaam, waaronder relevante milieuaspecten. Kwik is één van de stoffen waarvoor de normen in het milieu nog worden overschreden.

Dit artikel geeft een overzicht van de emissie van kwik naar het milieu door aanbrengen en uitboren van amalgaamvullingen, via extracties, en door cremeren en begraven. Vanwege het ontbreken van empirische gegevens is bij veel berekeningen de hoeveelheid verkocht amalgaam gehanteerd als basisgegeven. De emissie van kwik afkomstig van tandheelkundig gebruik kenmerkt zich door een diffuse verspreiding, maar de 'vele kleintjes' vormen tezamen een substantiële bron van de kwikbelasting naar het milieu. Met het amalgaam dat in het huisvuil verdwijnt, via wattenrollen en geëxtraheerde gebitselementen, is de hoeveelheid 'tandheelkundig' kwik ongeveer 25% van de totale hoeveelheid kwik in het huishoudelijke afval. De totale uitstoot van 'tandheelkundig' kwik naar het milieu wordt geschat op 500 kg per jaar en bij een maximumscenario op 935 kg.

BURGER WG, HEUVEL J VAN DEN, KOLSTEEG E, SCHUURS AHB. Amalgaamgebruik en kwikuitstoot in Nederland. Ned Tijdschr Tandheelkd 1997; 104: 195-8.

Uit ¹het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, ²het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, ³de Nederlandse Vereniging van Groothandelaren in de Tandheelkundige Branche en ⁴het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam.

Trefwoorden: Amalgaam - Kwik - Milieu

Datum acceptatie: 25 november 1996.

Adres: Mw.Ir. W.G. Burger, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directie SVS, IPC 655, postbus 30945, 2500 GX 's-Gravenhage.

1 Inleiding

Tijdens een workshop over de amalgaamproblematiek in september 1995 op instigatie van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer ontstond discussie over de uitstoot van kwik uit amalgaam naar het milieu. De gepresenteerde cijfers waren gebaseerd op het Basisdocument kwik.¹ Het is niet verwonderlijk dat deze discussie ontstond, omdat de gegevens in het Basisdocument afkomstig zijn uit een rapport van 1990,² terwijl sindsdien veel ontwikkelingen rond de toepassing van amalgaam hebben plaatsgevonden. In dit artikel wordt op grond van recente gegevens de milieubelasting met kwik door amalgaam in kaart gebracht. Deze informatie wordt gebruikt bij het opstellen van het advies van de Gezondheidsraad van september 1995 over de voor- en nadelen van amalgaamgebruik. Verder wordt door de rijksoverheid een Beleidsstandpunt Zware Metalen voorbereid, waarvan kwik een onderdeel vormt.

2 Aanpak

Gedurende de verschillende fasen in de levenscyclus van de amalgaamvullingen kan een emissie van kwik naar het milieu optreden. De volgende fasen kunnen worden onderscheiden: 1. industriële productie van amalgaam (capsulieren en dergelijke), 2. aanbrengen van amalgaam, 3. aanwezigheid in de mond, 4. extracties van gebitselementen met vullingen, 5. vervanging van oude vullingen, 6. de 'eindfase' (begraven of cremeren), en tot slot 7. de industriële verwerking van afvalamalgaam. Per fase is een schatting gemaakt van de emissie van kwik naar het milieu. De productiefase (1) en de afvalverwerking (7) zijn verder buiten beschouwing gelaten.

Vanwege het ontbreken van harde gegevens moest worden uitgegaan van schattingen onder het doen van aannamen, die op de literatuur gebaseerd zijn. Bij onzekerheden is voor de veilige kant gekozen, dat wil zeggen, de gepresenteerde getallen zullen eerder een overschatting dan een onderschatting van de werkelijke emissies van kwik geven. De relatief 'harde' verkoopcijfers van amalgaam zijn als basisgegeven gebruikt voor

de berekeningen. In dit artikel zijn de verkoopcijfers van 1995 genomen. Daar waar gegevens van andere jaren gebruikt zijn, staat dit expliciet vermeld. Daarnaast is een maximumscenario gehanteerd om in ieder geval de bovengrenzen van de kwikemissie zichtbaar te maken.

Op grond van de verkoopcijfers voor amalgaam is een betrouwbaar cijfer beschikbaar van de hoeveelheid kwik die jaarlijks op de markt belandt en die, naar wordt aangenomen, daadwerkelijk, met een overloop van jaar tot jaar, wordt verwerkt (afb. 1). De verkoopcijfers van amalgaam voor de laatste jaren laten een neergaande tendens zien. Hiervoor is een aantal redenen aan te geven, o.a. meer toepassing van composiet en de verbeterde gezondheidstoestand van gebitten. Dit is vooral te constateren bij de jeugd. Aangenomen is dat voor een amalgaamvulling een gelijke hoeveelheid kwik aan het amalgaam wordt toegevoegd.

3 Aanbrengen van amalgaamvullingen

Er zijn weinig recente gegevens over het aantal jaarlijks aangebrachte amalgaamvullingen beschikbaar en bovendien lopen de berekeningen fors uiteen.³ Gegevens van de Ziekenfondsraad geven een totaal van 4,5 miljoen in 1993 bij Ziekenfondsverzekerden⁴. Uitgaande van een evenredig aantal amalgaamvullingen bij particulieren komt hier nog 50% bij; dit brengt het totaal op 6,8 miljoen amalgaamvullingen. Ook op basis van de hoeveelheid verkocht amalgaam kan een schatting van het totaal aantal vervaardigde amalgaamvullingen worden gemaakt. De gedetailleerde gegevens van de Ziekenfondsraad geven aan dat een tweevlaksvulling als een gemiddelde vulling kan worden beschouwd; er worden namelijk ongeveer evenveel een-, twee-, als drievlaksamalgaamvullingen aangebracht.⁴ Voor een tweevlaksvulling wordt zo'n 600 mg kwik met 600 mg amalgaam gemengd. Dit zou dan betekenen dat op grond van het handelsgegeven van 4070 kg amalgaam in 1993 er 6,8 miljoen amalgaamvullingen zijn aangemaakt. Deze twee berekeningsmethoden geven een verrassend overeenkomstig resultaat. Gezien de lagere hoeveelheden verkocht amalgaam in 1995 komt het aantal amalgaamvullingen voor dat jaar op 5,3 miljoen.

Van de hoeveelheid amalgaam die in de tandartspraktijk wordt aangemaakt, komt het grootste deel in de vulling terecht, maar een substantieel deel verdwijnt via drie andere routes. Het in overmaat aangemaakt amalgaam betreft ongeveer 1/7 deel per portie; deze restanten worden apart ingezameld. Mogelijke emissies van kwik hieruit zijn gemakkelijk tegen te gaan, bijvoorbeeld door bewaring onder fixeervloeistof. Deze worden daarom hier niet in ogenschouw genomen. Met het modelleren wordt circa 25% van de in de caviteit aangebrachte hoeveelheid amalgaam verwijderd. De patiënt zal dit vrijwel geheel uitspoelen, waarna afvoer naar de amalgaamafscheider volgt. De afscheider haalt idealiter minimaal 95% uit het afvalwater, zodat ongeveer 5% in het riool verdwijnt. Uitgaande van de hoeveelheid kwik van 3172 kg die in 1995 in de handel is gebracht werd door het modelleren uiteindelijk 34 kg kwik op het riool geloosd. In de wattenrollen blijft naar schatting 1 à 2% van het aangemaakte amalgaam achter. Dit komt bij het huisvuil terecht. Het ging hierbij in 1995 op grond van de hoeveelheid verkocht kwik om 31 à 62 kg kwik per jaar.

4 Aanwezigheid in de mond

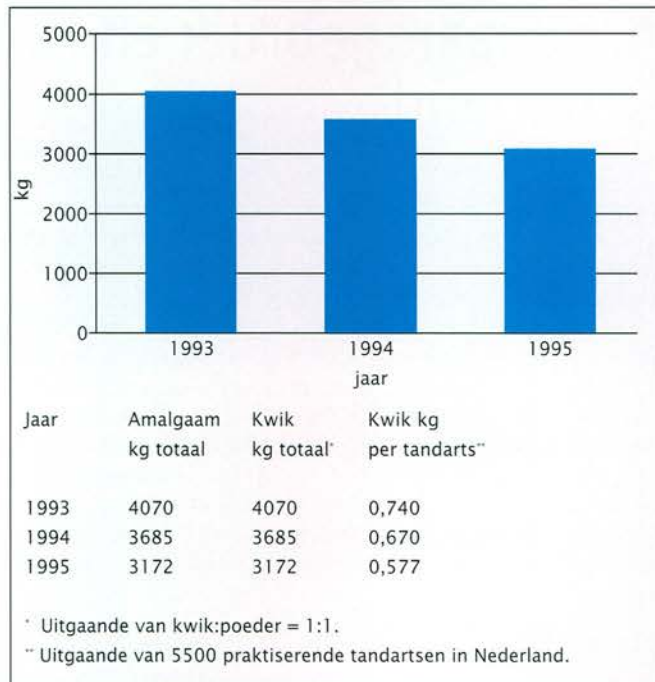
De bestaande vullingen kunnen op diverse manieren hun bijdrage leveren aan de milieubelasting. Achtereenvolgens wordt ingegaan op het lot van amalgaam in geëxtraheerde elementen, de vervanging van vullingen, en de eindfase van amalgaam bij crematie en begraven. Hierbij is het aantal amalgaamvullingen dat aanwezig is bij de bevolking van belang. Slechts globale schattingen staan ter beschikking.

In Nederland wordt 60 à 70 miljoen aanwezige restauraties als ondergrens gehanteerd.^{3,5} Op grond van het aantal amalgaamrestauraties per jaar,³ het gebruik van kwik en met aftrek van het percentage amalgaam dat uiteindelijk niet in de vulling terecht komt (zie par. 3), mag worden gesteld dat per restauratie gemiddeld ± 0,36 g kwik aanwezig is. Dit brengt de totale hoeveelheid kwik aanwezig bij de Nederlandse bevolking op 23.400 kg kwik. Als ter controle de hoeveelheid aangemaakt kwik voor een gemiddelde restauratie, 600 mg kwik, als gegeven wordt genomen dan komt dit, na aftrek van het amalgaam dat niet in de vulling terecht komt, uit op een vergelijkbare hoeveelheid kwik per gemiddelde restauratie en ondersteunt de berekende hoeveelheid kwik per vulling van 0,36 g.

De emissies van kwik uit vullingen in de mond zijn verhoudingsgewijs miniem en in dit kader niet relevant, al bestaat er geen overeenstemming over de precieze hoeveelheden.³ Het betreft een emissie van kwik uit amalgaamvullingen in Nederland van ten hoogste enkele honderden grammen per jaar die uiteindelijk in het milieu komen.

5 Extracties

Het overgrote deel van de geëxtraheerde elementen zal bij het huisvuil terechtkomen. Het aantal extracties bij Ziekenfondsverzekerden in 1993 was 800.000; waarschijnlijk is in 1995 het aantal extracties vergelijkbaar geweest⁶. Uitgaande van een evenredig aantal extracties bij particulier verzekerden komt hier ongeveer 50% van 800.000 extracties bij, zodat jaarlijks 1,2 miljoen elementen worden geëxtraheerd. Amalgaamvullingen zijn vrijwel alleen te verwachten in de (pre)molaren, die 60% van het totaal aantal gebitselementen uitmaken. Bij het maximumscenario is men ervan uitgegaan dat alle geëxtraheerde gebitselementen, dus ook de frontelementen, amalgaamvullingen bevatten. Dit betekent dat door de 1.200.000 extracties, met elk gemiddeld 0,36 g kwik, 432 kg kwik per jaar in het huisvuil verdwijnt.



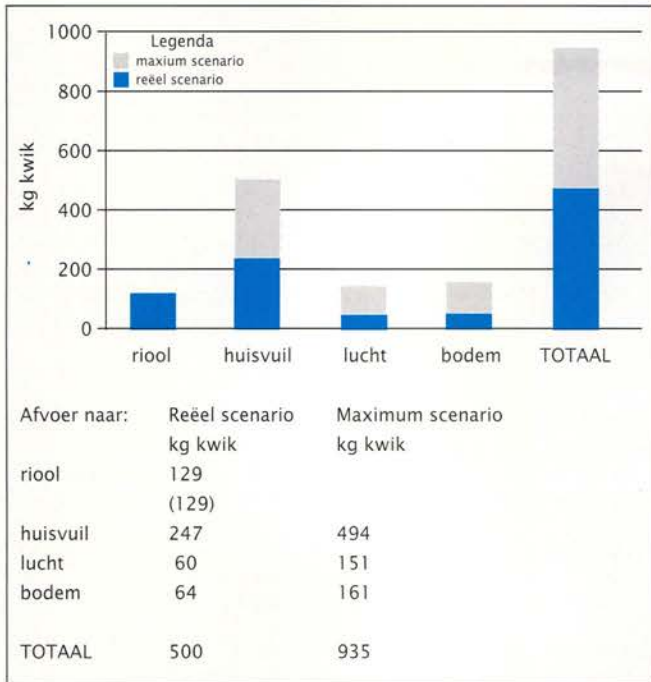
Afb. 1 Gebruik van amalgaam in Nederland (kg)

Het lijkt realistischer aan te nemen dat alleen de geëxtraheerde premolaren en molaren amalgaam bevatten en dat naast de frontelementen ook vele derde molaren niet met amalgaam gevuld zijn. Als alleen de bedoelde premolaren en molaren amalgaam bevatten, dan is slechts 50% van het totale aantal gebitselementen voor de kwikproblematiek van belang. Bij gebrek aan gedetailleerde gegevens is ervan uitgegaan dat elk 'type' gebitselement evenredig vaak geëxtraheerd wordt. Vervolgens is de aanname gedaan dat alle premolaren en molaren die verwijderd worden een gemiddelde restauratie bezitten. In dat geval belandt 216 kg kwik per jaar door extracties bij het huisvuil.

6 Vervanging vullingen

De bepalende factor bij de berekening van de kwikemissie bij vervanging van vullingen is de levensduur van een amalgaamvulling. Hierover zijn echter weinig gegevens bekend. De levensduur is gesteld op 10 jaar, hetgeen tegenwoordig zeer wel mogelijk lijkt.³ Als dit correct is, betekent dit dat jaarlijks 6,5 miljoen vullingen worden vervangen. Dit zou echter niet in overeenstemming zijn met het eerder berekende totaal aantal jaarlijks aangebrachte amalgaamvullingen van 5,3 miljoen in 1995. Mogelijk is de ingeschatte levensduur van 10 jaar te kort en is deze levensduur in de praktijk minimaal 12 jaar. In dit artikel wordt uitgegaan van het maximum van 5,3 miljoen vullingen in 1995 die zijn vervangen. Tevens geven deze berekeningen de indicatie dat het overgrote deel van de jaarlijks aangebrachte amalgaamvullingen vervanging van bestaande vullingen betreft en dat nog slechts in zeer geringe mate nieuwe cariës met amalgaam wordt behandeld. Dit is een opmerkelijke constatering.

Bij het uitboren van amalgaam komt per vulling de eerder berekende gemiddelde hoeveelheid van 0,36 g kwik vrij. Als met waterkoeling en sterke afzuiging wordt gewerkt,³ komt vrijwel al dit kwik terecht in de amalgaamafscheider, waarvan weer 5% in het riool belandt: dit is 95 kg per jaar. Terzijde, in de toekomst zal een deel van de vullingen worden vervangen door andere vulmaterialen dan amalgaam, hetgeen zal resulteren in een vermindering van de kwikemissie.



Afb.2 Emissies van kwik naar milieu tengevolge van tandheelkundig gebruik in 1995 (kg kwik)

7 Eindfase

Het amalgaam van overledenen komt via cremeren of begraven in het milieu terecht. In 1994 overleden 133.471 personen, in 1995 waarschijnlijk een vergelijkbaar aantal (mondelijke mededeling CBS te Heerlen). In Nederland vinden iets meer begrafenissen dan crematies plaats.

Er zijn weinig gegevens bekend om de gemiddelde hoeveelheid kwik per persoon te bepalen. Uit CBS-statistieken kan worden afgeleid dat ongeveer 10 miljoen mensen amalgaamvullingen hebben,⁶ dit is de totale bevolking minus mensen met prothesen en 75% van de jeugdigen. Uitgaande van 65 miljoen aanwezige amalgaamvullingen bij 10.000.000 Nederlanders komt dit neer op 6 à 7 vullingen per persoon en, omgerekend, op 2,3 g kwik per persoon. Dit is in lijn met ander onderzoek waarbij het aantal restauraties bij de dentate bevolking in de premolaar/molaarstreek van 20-44-jarigen ligt tussen de negen en elf restauraties. Bij ouderen (65-74 jaar) is het gemiddelde vier vullingen per persoon.⁷

7.1 Cremeren

In 1994 vonden 64.505 crematies plaats.⁸ Bij crematies zal kwik vanwege zijn vluchtigheid voor 100% naar de lucht verdwijnen, tenzij speciale voorzieningen zijn getroffen om dit kwik af te vangen. Dit is recent nog door metingen bevestigd.⁹ In onderstaande berekeningen is aangenomen dat er geen maatregelen bij de crematoria zijn getroffen om het kwik af te vangen.

In het maximumscenario wordt aangenomen dat alle gecremeerden amalgaamvullingen hebben, waardoor $64.505 \times 6,5$ vullingen $\times 0,36$ g kwik = 151 kg kwik per jaar naar de lucht emitteert. Een meer reëel geacht scenario is het volgende. Gezien de gemiddelde leeftijd bij overlijden van ruim 70 jaar en het aantal volledige prothesen bij ouderen (74% van de mensen ouder dan 70 jaar) zal het merendeel van de gecremeerden geen amalgaamvullingen meer hebben.⁶ Gesteld dat slechts 40% van de overledenen amalgaamvullingen had, dan levert dit een kwikemissie van zo'n 60 kg/jaar.

Metingen van de kwikemissie bij crematoria in het buiten-

land ondersteunen de berekende waarde voor de hoeveelheid kwik aanwezig bij personen met cariës. Bij crematies waar kwik kon worden aangetoond, blijken de waarden gemiddeld rond de 2 g kwik per crematie te liggen.^{5,10}

7.2 Begraven

In 1994 werden 68.966 overledenen begraven (mondelijke mededeling CBS, Heerlen). Het amalgaam dat op deze wijze wordt 'meebegraven' is in ieder geval gedurende de eerste jaren weinig mobiel. Evenals bij de crematies kan hier uitgegaan worden van een maximum- versus een meer reëel scenario. In het maximumscenario geldt: $68.966 \times 6,5$ vullingen $\times 0,36$ g kwik = 161 kg kwik/jaar. Volgens een reëel scenario gaat het om 64 kg kwik per jaar.

8 Conclusies en slot

De emissie van kwik per jaar naar riool, huisvuil, lucht en bodem, alsmede de totale emissie uit tandheelkundige bron, staat samengevat in afbeelding 2. Het is wenselijk hierbij enkele kanttekeningen te maken.

Riool. De introductie van amalgaamafscidders blijkt succesvol te verlopen.¹¹ Door gebruik van deze apparatuur is een sterke emissiereductie naar het riool van minimaal 95% voor kwik gerealiseerd. De resterende 5% die nog in het riool terecht komt, is beduidend kleiner dan het kwik dat via andere bronnen in het riool terecht komt, waaronder uit huishoudens.¹²

Huisvuil. De hoeveelheid kwik die uit tandheelkundig gebruik in het huisvuil terecht komt, is 25% van de totale hoeveelheid kwik in huishoudelijk afval. Overigens was in 1987 het grootste deel van het kwik in huishoudelijk afval afkomstig van het klein chemisch afval.¹³

Lucht. De geschatte reële kwikemissie door crematies is circa 10% van de totale kwikemissie naar lucht.¹⁴

Bodem. Bij begraafplaatsen vindt een langzame opstapeling van kwik plaats. Het kwik zal in de bodem waarschijnlijk weinig mobiel zijn. Het kwik in amalgaam is redelijk stabiel en het vrijkomende kwik zal zich in het algemeen sterk binden aan bodemdeeltjes. Na 10 jaar worden de graven geruimd. In de regel worden de opgegraven overblijfselen weer op de begraafplaats zelf herbegraven.

Kwik behoort tot de categorie zware metalen waarvoor de normen in het milieu nog steeds worden overschreden, ondanks de vergaande emissiereductie die reeds bereikt is. Al het kwik dat in het milieu belandt, zal zich daar slechts verplaatsen en niet verdwijnen. Om deze reden zou uit voorzorg de milieubelasting door kwik zoveel mogelijk moeten worden vermeden. Echter, de betrekkelijkheid van de kwikemissie door gebruik van amalgaam dient niet uit het oog te worden verloren, mede gezien de natuurlijke kwikemissie.¹³

In totaliteit zal door het aanbrengen van nieuwe vullingen, vervangen van vullingen, extracties en cremeren/begraven jaarlijks ongeveer 500 kg kwik deels direct in het milieu en deels in afvalstromen terechtkomen. Dit moet worden afgezet tegen de totale kwikemissie naar lucht en water in Nederland: in 1993 nog 3,1 ton.¹⁴

De berekeningen konden gestalte krijgen door diverse onderstellingen te maken, maar hiermee is een onzekerheidsfactor geïntroduceerd omtrent de hardheid van de getallen. Tevens zijn voor 1995 niet alle gegevens beschikbaar. Toch bestaat bij de auteurs de overtuiging dat de berekeningen een redelijke indicatie geven van de daadwerkelijke kwikemissie.

Berekend op grond van een maximumscenario komt de kwik-emissie ten gevolge van tandheelkundig gebruik op ruim 900 kg. Dit zal een overschatting zijn van de werkelijke emissie.

Het valt op hoeveel kwik via wattenrollen en geëxtraheerde elementen in het huisvuil verdwijnt. Deze afvalstroom die tot nu toe vrijwel buiten beschouwing is gebleven, zou moeten worden ingedamd. Vanuit hygiënisch oogpunt is het in de huidige situatie echter niet aan te bevelen om dit bij het overige gevaarlijke afval in te zamelen, omdat het gevaarlijke afval meestal slechts tweemaal of zelfs eenmaal per jaar wordt opgehaald.

Uit een recent onderzoek naar de rookgasemissie bij een crematorium kan men concluderen dat 2,5 g kwik per crematie leidt tot een grote overschrijding van de eisen zoals die zijn opgenomen in de Nederlandse Emissie Richtlijnen.^{9,15} In het algemeen verdwijnt bij de crematoria het kwik direct naar de lucht. Nagegaan zou moeten worden in hoeverre daar met de huidige stand der techniek emissiereductie te bereiken is.

Literatuur

- 1 Slooff W, Beelen P van, Annema JA, Janus JA. Hoofdstuk 2. Productie, toepassingen, bronnen en emissies. Basisdocument kwik. In: RIVM, red. Bilthoven: RIVM, 1994. Rapportnr. 710401023.
- 2 Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren. Afvalwaterproblematiek in de tandheelkundige verzorging. Den Haag: CUWVO werkgroep VI, 1990.
- 3 Schuurs AHB, Davidson CL. Amalgaam, de feiten. Nijmegen: STI, 1995.
- 4 Commissie Tandheelkundige Statistiek. Statistisch overzicht 1993 van de behandelingen gegeven aan ziekenfondsverzekerden door tandartsen algemeen practicus en regionale instellingen voor jeugdtandverzorging. Zeist: Commissie Tandheelkundige Statistiek, 1994.
- 5 Bronkhorst EM, Truin GJ, Burgersdijk RCW. Toekomstscenario's Tandheelkunde, een verkenning van de periode 1990-2020. Houten/Zeventem: Bohn Stafleu Van Loghum, 1993.
- 6 Centraal Bureau voor de Statistiek. Statistisch jaarboek 1995. Den Haag: Sdu/uitgeverij, 1995.
- 7 Truin GJ, Burgersdijk RCW, Groeneveld A. et al. Landelijk Epidemiologisch Onderzoek Tandheelkunde. Resultaten klinisch onderzoek, deel II. Subfaculteit Tandheelkunde, NIPG. Nijmegen/Leiden: 1988.
- 8 Centraal Bureau voor de Statistiek. Gegevens van de Landelijke Vereniging van Crematoria. Heerlen: CBS, 1995.
- 9 Smit ER. Onderzoek naar de rookgasemissies van crematorium 'Den en Rust' Bilthoven. Apeldoorn: TNO, 1995.
- 10 Hogland WKH. Usefulness of selenium for the reduction of mercury emission from crematoria. *J Environ Qual* 1994; 23: 1364-6.
- 11 Algemene Rekenkamer. Convenanten van het Rijk met bedrijven en instellingen. Tweede Kamer, vergaderjaar 1995-1996, 24 480, nrs. 1-2, 1995.
- 12 Annema JA, Paardekoper EM, Booi H, Oers LFCM van, Voet E van der, Mulder PAA. Stofstroomanalyse van zes zware metalen. Gevolgen van autonome ontwikkelingen en maatregelen. Bilthoven: RIVM/CML, 1995.
- 13 Otte PF. Analyse van metalen en calorische waarde in componenten uit huishoudelijk afval, 1988-1992. Bilthoven: RIVM, 1994.
- 14 Berdowski JJM, Jonker WJ, Verhoeve P. Emissies in Nederland. Bedrijfsgroepen en regio's 1993 en ramingen 1994. Publikatiereeks Emissieregistratie Nr. 27, Den Haag: Ministerie van VROM, 1995.
- 15 Stafbureau Nederlandse Emissie Richtlijnen - Lucht. Bilthoven: Stafbureau NER, 1992.

Summary

AMALGAM USE AND MERCURY EMISSION IN THE NETHERLANDS

Key words: Amalgam - Mercury - Environment

An overview is presented of the emission of mercury to the environment by restoring teeth with amalgam, extraction, replacement of amalgam, and the final phase of teeth. Important input data were the trade figures of amalgam. The emission of mercury from amalgam fillings are characterized by diffuse spreading. Many small sources are together a substantial source of the leakage of mercury to the environment. Amalgam adhering to cotton-wool and in extracted teeth deliver a relevant contribution to the mercury load in municipal waste. The total mercury emission from dental amalgam to the environment in the Netherlands is at the estimate 500 kg a year, with a worst case maximum of 935 kg.