

## Oriënterende risicobeoordeling crematie-as in tatoeage-inkten

---

Risicobeoordeling aangevraagd door: NVWA  
Risicobeoordeling opgesteld door: RIVM  
Datum aanvraag: 06-08-2015  
Datum Advies: 06-11-2015 (definitief)  
Projectnummer: V/090130/15/NF

---

### 1. Onderwerp

GGD-en NVWA krijgen vanuit de praktijk van tatoeageshops de vraag over het mogelijke gezondheidsrisico verbonden aan het toevoegen van crematie-as aan tatoeage-inkten. Deze vraag is ook aan de orde geweest in overleg tussen de minister van VWS en de Tweede Kamer over wijzigingen in de Warenwet. De minister heeft toegezegd om te bezien of er een mogelijkheid is om veilig te tatoeëren met as van overledenen. NVWA bereidt momenteel een advies voor aan de minister van VWS over dit onderwerp.

In opdracht van het LCHV (Landelijk Centrum Hygiëne en Veiligheid van het RIVM) is door Noz en Scheltema (2015) een verkenning uitgevoerd van de gezondheidsproblemen die zich kunnen voordoen door het toevoegen van as aan tatoeage-inkten. Deze auteurs presenteren onder andere gegevens over de chemische samenstelling van crematie-as zoals gerapporteerd door Smit (1996). De nadruk lag daarbij op een reeks metalen/elementen. Noz en Scheltema hebben daarnaast ook interviews afgenomen bij betrokkenen uit de tatoeagepraktijk en bij enkele dermatologen.

### 2. Vraagstelling

Voor een goed onderbouwd advies aan de minister van VWS heeft de NVWA behoefte aan antwoorden op een aantal specifieke vragen:

- 1) zijn er aanvullende of recentere gegevens bekend over de samenstelling van crematie-as naast de analyses door Smit (1996)? Zijn er bijvoorbeeld aanwijzingen dat persistente organische stoffen zoals PAK's, PCB's of dioxines aanwezig kunnen zijn in de as?
- 2) welke gezondheidsrisico's zijn te verwachten van het tatoeëren met inkt waarin een beperkte hoeveelheid as is gemengd? Ga uit van de samenstelling van as, met name zware metalen, zoals gerapporteerd door Smit (1996); benut recentere gegevens als deze beschikbaar zijn.
- 3) is er een maximaal toelaatbare hoeveelheid as aan te geven die in een tatoeage verwerkt zou mogen worden, zodanig dat het risico verwaarloosbaar is?
- 4) welke handelingen zouden nodig zijn om het tatoeëren met as zo veilig mogelijk te maken?
- 5) welke gegevens zouden verzameld moeten worden om resterende onzekerheden over het risico te verkleinen?

### 3. Leeswijzer

In hoofdstuk 4 gaan we kort in op hoe het crematieproces verloopt. Daarop volgend, in hoofdstuk 5, geven we een kort overzicht van wat er bekend is over toxische stoffen die

vrijkomen tijdens de crematie en over de samenstelling van crematie-as. Hoofdstuk 6 beschrijft de opzet van de risicobeoordeling. In hoofdstuk 7 geven we de resultaten. De hoofdstukken 8 en 9 bevatten respectievelijk de discussie van de resultaten en de conclusies. In hoofdstuk 10, tenslotte, beantwoorden we de door NVWA gestelde vragen.

De beoordeling van de microbiële veiligheid van het toevoegen van crematie-as aan tatoeage-inkten valt buiten de scope van dit advies.

#### **Conclusies**

Omdat de beschikbare gegevens beperkt zijn, is slechts een oriënterende risicobeoordeling mogelijk. Crematie-as is een mengsel van beenresten en as. Bij contact met water ontstaat een basische oplossing. Voor wat betreft concentraties van individuele stoffen in crematie-as zijn er beperkte gegevens beschikbaar voor metalen, dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs.

De mate van migratie vanuit het ingebrachte materiaal naar de systemische circulatie is onbekend. Op dit punt zijn aannames gedaan. Risicoberekeningen op basis van de beperkte concentratiegegevens voor metalen wijzen op de afwezigheid van een risico voor wat betreft systemische toxiciteit door het gebruik van crematie-as in tatoeages. Dergelijke berekeningen voor dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs wijzen ook op afwezigheid van een systemisch gezondheidsrisico. Voor PAKs en mogelijk andere aanwezige verontreinigingen is geen uitspraak mogelijk.

Over de mogelijke lokale schadelijke reacties in het behandelde huidgebied als gevolg van de aanwezigheid van crematie-as in tatoeages is geen informatie beschikbaar. Het monitoren van eventuele gezondheidsklachten uit de praktijk kan een eerste stap zijn om op dit punt meer inzicht te krijgen.

De antwoorden op de specifieke vragen uit hoofdstuk 2 zijn opgenomen in hoofdstuk 10 van dit advies.

#### **4. Het crematieproces**

Verbrandingsinstallaties in crematoria bestaan meestal uit twee kamers. De eerste kamer heeft branders die zorgen voor verbranding van de kist en het lijk. Mechanische lanzen zorgen voor verkleining en omzetten van de inhoud. De temperatuur in deze kamer is van 300 tot 800 °C. De verbrandingsgassen worden naar een tweede kamer gevoerd voor naverbranding. Daar wordt extra lucht toegevoerd om de verbranding te bevorderen. De temperatuur in de tweede kamer is 850 °C (EMEP/EEA 2013).

Voor een crematie kan plaatsvinden wordt de oven voorverwarmd. Het voorverwarmen van de oven (koude start) zal doorgaans alleen noodzakelijk zijn voor de eerste crematie van de dag. Hierna blijft de oven voldoende warm om de volgende crematie te kunnen laten plaatsvinden (warme start) (<http://www.uitvaart.nl/infotheek/begraven-cremeren-e-a/cremeren/de-crematieoven>).

Alle aanwezige stoffen verbranden en verdampen tijdens het crematieproces met uitzondering van beenfragmenten en niet brandbare materialen (prothesen, juwelen, metalen onderdelen van de kist, nagels etc). Het skelet wordt dus gereduceerd tot botfragmenten en deeltjes (onvolledige verbranding). Uit de resten die overblijven worden de niet verbrande delen verwijderd. Botfragmenten en as worden tenslotte vermalen om een uniform mengsel te verkrijgen dat in een urn geplaatst kan worden. Het cremeren duurt van 1,5 tot 5 uur (duur afhankelijk van het gewicht van de persoon en de soort kist). De resten wegen 2 tot 4 kilo (EMEP/EEA 2013). De Nederlandse website 'uitvaart.nl' geeft een relatief korte duur voor de gemiddelde crematie van

ongeveer 75 minuten (<http://www.uitvaart.nl/infotheek/begraven-cremeren-e-a/cremeren/de-crematieoven>)

Crematie-as is dus een heterogeen mengsel bestaand uit botresten ( $\text{CaPO}_4$ ) en verbrandingsas. Bij contact met water ontstaat een basisch mengsel. De beschikbare gegevens over de samenstelling van as zijn beperkt. De samenstelling van de as hangt naar verwachting deels af van de samenstelling van de bron (het lijk, de kist met verdere inhoud).

## 5. Toxische stoffen en crematoria

Voor wat betreft toxische stoffen die ontstaan bij crematies wordt in de wetenschappelijke literatuur vooral aandacht besteed aan emissies van chemische stoffen naar lucht tijdens de crematie. EMEP/EEA (2013) geeft default emissiefactoren (in  $\mu\text{g}$  of  $\text{mg}$ /lichaam) voor stikstofoxiden, koolmonoxide, zwaveldioxide,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ , kwik, vluchtige organische stoffen (VOCs), zware metalen, PAKs, PCBs, dioxines en furanen, en hexachloorbenzeen (HCB). In werkelijke situaties kan de emissie sterk afwijken van deze factoren omdat de samenstelling van de bron en de omstandigheden in het crematorium wisselend zijn (EMEP/EEA 2013).

De meeste meetgegevens over emissie naar lucht bij crematoria hebben betrekking op dioxines en kwik. Voor PCBs en HCB geldt dat de omstandigheden voor vorming aanwezig geacht moeten worden maar metingen van emissie naar lucht ontbreken (UNEP 2007). Iets dergelijks kan ook voor PAKs geconcludeerd worden.

Voor de huidige vraag zijn alleen de concentraties van toxische stoffen in de crematie-as van belang. Zoals de NVWA al aangeeft in haar vraagbrief zijn gegevens over de samenstelling van crematie-as schaars. Molenaar et al. (2009) geven een tabel ontleend aan Smit (1996). In deze tabel worden de gemeten concentraties voor een groot aantal metalen opgegeven voor koude start-ovens en warme start-ovens. Literatuurrecherche in PubMed en SCOPUS leverde geen verdere gegevens op over concentraties van metalen in crematie-as. In de risicobeoordeling in hoofdstuk 7 zullen voor de chemische samenstelling van crematie-as de data van Smit (1996) gebruikt worden.

Literatuurrecherche in PubMed en SCOPUS naar gegevens over organische stoffen in crematie-as leverde slechts één publicatie op. In het desbetreffende onderzoek, uitgevoerd in Japan, werden in bodemas van crematoria 0-0.042 ng-TEQ/g gevonden voor dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs (Takeda et al. 2014). Voor HCB, PAKs en eventuele andere aanwezige toxische organische stoffen in crematie-as zijn geen gegevens gevonden.

## 6. Opzet risicobeoordeling

Zoals de voorstudie door Noz en Scheltema (2015) al aangeeft, zijn er veel onbekende factoren met betrekking tot het gebruik van crematie-as in tatoeage-inkten. Dit betekent een beperking voor de schatting van de blootstelling. Zoals boven aangegeven zijn er slechts weinig gegevens over de samenstelling van crematie-as. Ook is de gebruikte hoeveelheid as in een tatoeage niet bekend. Op dat punt is dus een aanname nodig. Noz en Scheltema geven een schatting van maximaal 1 gram. Gezien het ontbreken van verdere gegevens zal in de risicobeoordeling worden gerekend met deze waarde.

### *Systemische effecten*

Voor de risicobeoordeling van metalen in crematie-as wordt de methode uit een eerdere oriënterende risicobeoordeling door het RIVM (2004) gebruikt. In dat rapport werd voor een aantal metalen zoals gemeten in tatoeage-inkten de mogelijke chronische

lichaamsbelasting berekend voor tatoeagebezitters en werd deze afgezet tegen de chronische lichaamsbelasting op basis van beschikbare toxicologische grenswaarden. Daarbij werd een periode van 30 jaar gebruikt als tijdhorizon. De chronische lichaamsbelasting op basis van de grenswaarde werd berekend over deze periode, waarbij rekening werd gehouden met de absorptie in het maagdarmkanaal (berekening interne dosis). Op dezelfde wijze werd de normale lichaamsbelasting via voedsel en drinkwater over deze periode afgezet tegen de mogelijke chronische lichaamsbelasting voor tatoeagebezitters. In de huidige beoordeling zijn de invoergegevens voor individuele metalen (toxicologische grenswaarde, inname via voedsel) geactualiseerd.

Voor organische stoffen is dezelfde benadering toegepast.

Zoals aangegeven in RIVM (2004) is de gekozen benadering oriënterend. Eén reden daarvoor is dat het onbekend is hoeveel van de aanwezige stoffen over de tijd heen vrijkomen uit tatoeages en getransporteerd worden naar de systemische circulatie. Dat geldt nadrukkelijk ook voor crematie-as in tatoeages. Dus ook hiervoor is slechts een oriënterende beoordeling mogelijk. Voor de tatoeagepigmenten zoals beoordeeld in RIVM (2004) werd voor metalen een (mogelijk) vrijkomen over lange periode aangenomen (30 jaar). In de tatoeage-inkten zijn de metalen aanwezig als onoplosbare pigmenten. In crematie-as zullen metalen aanwezig zijn als oxide. Veruit de meeste metaaloxiden zijn slecht oplosbaar en voor deze kan dezelfde aanname gedaan worden als voor metalen uit tatoeage-inkten. Enkele metaaloxiden zijn echter goed oplosbaar en voor deze is een snellere migratie aannemelijk. Voor de goed oplosbare metaaloxiden wordt daarom een veel kortere tijdshorizon van 1 maand gekozen (arbitraire keuze). Voor organische stoffen is de mate van migratie uit het getatoëerde huidgebied ook onbekend. Voor dioxines, furanen en dioxineachtige PCB's, de enige organische stoffen waarvoor concentratiegegevens voor crematie-as beschikbaar zijn, is bij afwezigheid van verdere informatie ook de kortere tijdshorizon gekozen van 1 maand (worst case).

#### *Sensibiliserende eigenschappen*

Enkele van de aanwezige metalen hebben sensibiliserende eigenschappen. Het is niet mogelijk een inschatting te maken van de kans op het optreden van sensibilisatie, of het induceren van een allergische reactie. In dit advies zullen wij ons daarom beperken tot het vermelden van de stoffen die een geharmoniseerde classificatie voor dit eindpunt hebben (ECHA 2015).

#### *Lokale effecten*

Zoals aangegeven in RIVM (2004) is de evaluatie van de chronische lichaamsbelasting gericht op mogelijke systemische toxiciteit. Lokale effecten zijn daarnaast mogelijk. Voor metalen in tatoeage-inkten zijn deze slechts beperkt te beoordelen (RIVM 2004) en dat geldt nog sterker voor het gebruik van crematie-as in tatoeages. Een risico voor wat betreft lokale huidreacties door de aanwezigheid van crematie-as in de tatoeage is mogelijk maar de grootte van dat risico is niet aan te geven. In kwalitatieve zin kan erop gewezen worden dat crematie-as bij contact met water een alkalische suspensie oplevert (waarschijnlijk door een geringe oplossing van metaaloxiden in water). Alkalische oplossingen zijn schadelijk voor de huid en mogelijk dat door toevoegen van crematie-as aan tatoeage-inkten de pH zoveel hoger wordt dat dermiscellen extra beschadigd worden na het inbrengen van deze tatoeage-inkt. De pH van de tatoeage-inkt na toevoegen is dus een punt van aandacht. De mate van pH verhoging kan eenvoudig bepaald worden door pH-meting van de gebruiksklare inkt.

In het volgende hoofdstuk worden eerst de resultaten voor metalen gepresenteerd. Dit gebeurt op identieke wijze als in RIVM (2004). Vervolgens gaan we in op organische stoffen.

## 7. Resultaten

### 7.1 Metalen

Tabel 1 geeft de berekende interne lichaamsbelasting voor metalen bij een dagelijkse inname van op het niveau van de TDI voor een periode van 30 jaar. Voor arseen, chroom, en selenium werd een periode van 1 maand gebruikt omdat de oxides van deze metalen oplosbaar zijn in water. De innames zijn berekend met behulp van een stofspecifiek absorptiepercentage voor opname in het maagdarmkanaal. Deze percentages zijn ontleend aan RIVM (2004) tenzij anders vermeld. De bronnen en de waarden van de gebruikte TDIs worden opgegeven in Bijlage 2. Voor arseen en lood zijn op basis van EFSA-beoordelingen eerdere TDIs teruggetrokken en wordt in de risicobeoordeling nu de zgn. Margin of Exposure (MOE) gebruikt. Dit betekent het berekenen van een marge tussen blootstelling en een referentiepunt voor effect, de BMDL. Zie voor de gebruikte BMDLs Bijlage 2. Ook voor hexavalent chroom wordt deze benadering gebruikt.

Onderstaande tabel geeft ook de interne lichaamsbelasting voor metalen bij gebruik van crematie-as. Deze is berekend op basis van de maximale gehalten uit de tabel zoals opgegeven in Smit (1996) in combinatie met een aangenomen ingebrachte hoeveelheid van 1 gram.

*Tabel 1: Totale inname metalen (over 30 jaar of 1 maand) bij TDI vs. totale met crematie-as ingebrachte hoeveelheid*

Metaal	Absorptie(%)	Lichaamsbelasting op niveau TDI in mg <sup>a</sup>	Lichaamsbelasting crematie-as in tatoeage in mg	Percentage (tatoeage t.o.v. TDI)
Aluminium	0,3	282	12	4
Antimoon	20 <sup>c</sup>	788	0,005	<1
Arseen	95	5 <sup>d</sup>	0,0035	MOE=1430 <sup>g</sup>
Barium	10	39420	0,445	<1
Cadmium	5	12	0,0023	<1
Chroom <sup>b</sup>	18 <sup>c</sup>	0,3 <sup>e</sup>	0,185	62
Goud	-	-	-	-
Kobalt	18	166	0,0055	<1
Koper	12	6543	0,78	<1
Kwik	10	131	0,00025	<1
Lood	30	99 <sup>f</sup>	0,0058	MOE=17000 <sup>h</sup>
Mangaan	3	591 <sup>i</sup>	0,58	<1
Nikkel	1	66	0,17	<1
Selenium	80	7,2	0,005	<1
Tellurium	10	131	0,005	<1
Tin	5	65700	0,099	<1
Vanadium	2	26	0,46	2
Zink	30	98550	1,35	<1

<sup>a</sup> Lichaamsbelasting als interne dosis voor een periode van 30 jaar, lichaamsgewicht 60 kg; voor arseen, chroom, en selenium periode 1 maand (zie tekst voor toelichting)

<sup>b</sup> Waarden voor de meest toxische vorm, zeswaardig chroom

<sup>c</sup> Waarde ontleend aan RIVM (2006)

<sup>d</sup> BMDL<sub>0,5</sub> i.p.v. TDI

<sup>e</sup> Op basis van BMDL<sub>10</sub> gedeeld door 10000

<sup>f</sup> BMDL<sub>1</sub> i.p.v. TDI (deze BMDL<sub>1</sub> geldt voor neurotoxische effecten bij kinderen maar gezien de aanwijzingen dat lood ook door in utero blootstelling bij kinderen neurotoxiciteit teweeg kan brengen wordt deze BMDL toch als relevant beschouwd voor de huidige vraagstelling)

<sup>g</sup> MOE = BMDL<sub>0,5</sub> gedeeld door lichaamsbelasting tatoeage

<sup>h</sup> MOE = BMDL<sub>1</sub> gedeeld door lichaamsbelasting tatoeage

<sup>i</sup> Nota bene: de TDI voor mangaan heeft betrekking op de toelaatbare hoeveelheid boven de normale achtergrondinname via voedsel

De geschatte lichaamsbelasting van metalen door het gebruik van crematie-as in tatoeages kan daarnaast vergeleken worden met de geschatte achtergrondblootstelling aan de desbetreffende metalen. De achtergrondblootstelling aan metalen vindt plaats via voedsel en drinkwater. Door een absorptiepercentage in rekening te brengen kan de interne achtergrondblootstelling berekend worden. De gebruikte waarden voor de achtergrondblootstelling voor de beoordeelde metalen zijn te vinden in Bijlage 3.

*Tabel 2: Totale achtergrondinname metalen (over 30 jaar of 1 maand) vs. totale met crematie-as ingebrachte hoeveelheid*

Metaal	Absorptie (%)	Geschatte lichaamsbelasting achtergrond in mg <sup>a</sup>	Lichaamsbelasting crematie-as in tatoeage in mg	Percentage (tatoeage t.o.v. achtergrond)
Aluminium	0,3	422	12	3
Antimoon	20 <sup>c</sup>	70	0,005	<1
Arseen	95	0,65	0,0035	<1
Barium	10	591	0,445	<1
Cadmium	5	6,6	0,0023	<1
Chroom <sup>b</sup>	18 <sup>c</sup>	0,052	0,185	355
Goud	-	-	-	-
Kobalt	18	35	0,0055	<1
Koper	12	2365	0,78	<1
Kwik	10	6,6	0,00025	<1
Lood	30	244	0,0058	<1
Mangaan	3	985	0,58	<1
Nikkel	1	26	0,17	<1
Selenium	80	1,4	0,005	<1
Tellurium	10	9,2	0,005	<1
Tin	5	4600	0,099	<1
Vanadium	2	3,9	0,46	<1
Zink	30	34500	1,35	<1

<sup>a</sup> Lichaamsbelasting voor een periode van 30 jaar, lichaamsgewicht 60 kg; voor arseen, chroom, en selenium periode 1 maand (zie tekst voor toelichting)

<sup>b</sup> Aangenomen dat chroom als zeswaardig chroom aanwezig is

<sup>c</sup> Waarde ontleend aan RIVM (2006)

### *Sensibiliserende eigenschappen*

De metalen Chroom, Kobalt en Nikkel zijn op basis van hun sensibiliserende eigenschappen geclassificeerd op basis van de criteria van de CLP verordening (ECHA 2015).

## **7.2 Organische stoffen**

Op basis van de beperkte beschikbare informatie worden PAKs, dioxines, furanen, PCBs en hexachloorbenzeen als relevante verontreinigingen geselecteerd. Mogelijk zijn andere

organische verontreinigingen aanwezig in crematie-as, echter hierover is geen informatie beschikbaar.

Alleen voor dioxines/furanen en dioxineachtige PCBs zijn er gegevens over het voorkomen in crematie-as. Takeda et al. (2014) vonden in crematie-as maximaal 0,042 ng-TEQ/gram crematie-as voor dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs. Uitgaand van 1 gram crematie-as levert dit een mogelijke totale lichaamsbelasting op van 0,042 ng. Voor dioxines, furanen en dioxine-achtige PCBs is de TDI gelijk aan 2 pg TEQ/kg lichaamsgewicht/dag (SCF 2001). Wanneer een periode van 1 maand wordt aangenomen voor het vrijkomen van de totale hoeveelheid in crematie-as betekent dit een totale belasting van 0,042 ng TEQ ten opzichte van een toelaatbare hoeveelheid van 3,6 ng TEQ (interne toelaatbare dosis over een periode van 30 dagen op basis van 100% absorptie via de orale route).

Metingen van PAKs bij traditionele lijkverbrandingen in India wijzen op verhoogde emissieniveaus (Dewangan et al. 2014). Gezien de verbrandingsomstandigheden (temperatuur 300-800 °C in de eerste verbrandingskamer) is de aanwezigheid van PAKs in crematie-as aannemelijk. Metingen ontbreken echter. Over de mogelijke gezondheidsrisico's door PAKs als gevolg van het gebruik van crematie-as in tatoeage-inkt kan daarom geen verdere uitspraak gedaan worden.

## **8. Discussie resultaten**

### **8.1 Metalen**

De resultaten van de oriënterende risicobeoordeling wijzen op afwezigheid van een risico op systemische gezondheidseffecten voor alle beoordeelde metalen. De lichaamsbelasting voor individuele metalen met slecht oplosbare oxiden over de lange periode gedurende welke ze geschat worden vrij te komen (30 jaar) blijft ruim binnen de berekende totale lichaamsbelasting die zou optreden bij dagelijkse inname van de TDI over dezelfde periode (Tabel 1). Ook lag de lichaamsbelasting voor individuele metalen ruim beneden de berekende gesommeerde achtergrondblootstelling over 30 jaar (Tabel 2). Voor lood is geen TDI vastgesteld maar is door EFSA (2010) een BMDL<sub>1</sub> als referentiewaarde voor MOE-berekening afgeleid. Berekening conform de gemaakte aannames leidt voor lood tot een MOE van 17000 (Tabel 1). Dit wijst op afwezigheid van gezondheidsrisico door lood uit crematie-as. Wanneer snellere migratie zou worden aangenomen voor deze metalen met slecht oplosbare oxiden wijzigt dit beeld zich niet. Voor arseen, chroom en selenium werd veel snellere migratie aangenomen omdat hun oxides oplosbaar zijn. Voor selenium lagen de berekende percentages van respectievelijk de interne TDI en interne achtergrondbelasting onder 1% (geen risico).

Ook voor arseen en chroom werd zoals gezegd snellere migratie aangenomen. Voor chroom dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van de hexavalente vorm in verbrandingsresten. Deze vorm is veel toxischer dan de andere vormen. Hexavalent chroom is een kankerverwekkende stof zonder drempel. Voor deze stof kan in de risicobeoordeling de MOE berekend worden ten opzichte van het 10%-effectniveau (BMDL<sub>10</sub>) uit de proefdierstudie. EFSA (2005) legt de grens voor een mogelijk gezondheidsrisico bij een MOE van 10000. Onder de worst case-aanname dat chroom aanwezig is als hexavalent chroom op het maximale niveau zoals gerapporteerd door Smit (1996) en dat dit hexavalent chroom vrijkomt over een periode van 30 dagen kan berekend worden dat bij gebruik van crematie-as in tatoeages de BMDL<sub>10</sub>/10000 niet overschreden wordt gedurende deze periode (Tabel 1). Dit wijst op de afwezigheid van gezondheidsrisico door chroom uit crematie-as. Wel zou het gebruik van crematie-as in

tatoeages de belasting aan hexavalent chroom duidelijk hoger maken over de aangenomen migratieperiode van 30 dagen (Tabel 2).

Voor arseen kan eenzelfde conclusie getrokken worden. De MOE met de voor arseen afgeleide humane BMDL<sub>0,5</sub> voor de kankerverwekkende werking door arseen is dermate groot dat er geen gezondheidsrisico verwacht wordt.

De metalen chroom, kobalt en nikkel zijn geclassificeerd voor hun sensibiliserende eigenschappen, op basis van de criteria van de CLP verordening (ECHA 2015). Het is niet bekend of de blootstelling via tatoeage kan leiden tot sensibilisatie of een allergische reactie van een gesensibiliseerd persoon kan veroorzaken.

## 8.2 Organische stoffen

Alleen voor dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs zijn metingen van concentraties in crematie-as beschikbaar. De daarvoor geschatte mogelijke blootstelling bij gebruik van crematie-as in tatoeage-inkten blijft ruim binnen de vastgestelde toelaatbare inname. Dit wijst op afwezigheid van gezondheidsrisico door dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs in crematie-as in tatoeages.

PAKs zijn waarschijnlijk aanwezig in crematie-as maar bij afwezigheid van meetgegevens kan het mogelijke gezondheidsrisico niet beoordeeld worden. Voor hexachloorbenzeen, een andere mogelijk aanwezige organische verontreiniging geldt hetzelfde.

## 9. Conclusies

De beschikbare gegevens voor deze risicobeoordeling zijn beperkt en daarom is er sprake van een oriënterende risicobeoordeling. Over de samenstelling van crematie-as is weinig bekend. Crematie-as is een mengsel van beenresten en as. Bij contact met water ontstaat een basische oplossing. Voor wat betreft concentraties van individuele stoffen in crematie-as zijn er beperkte gegevens beschikbaar voor metalen, dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs.

Naar verwachting zullen de concentraties van verschillende stoffen in crematie-as variatie vertonen doordat in de verbrandingsbron, dat wil zeggen de kist met inhoud, verschillende voorwerpen en materialen aanwezig zijn. Over deze variabiliteit is echter geen verdere informatie beschikbaar.

Een andere onbekende factor in de beoordeling is (net als bij de beoordeling van tatoeagepigmenten) de mate van migratie vanuit het ingebrachte materiaal naar de systemische circulatie. Op dit punt hebben we enkele aannames gedaan. Voor metalen met onoplosbare oxiden hebben we migratie over een lange periode van 30 jaar aangenomen, voor metalen met oplosbare oxiden een veel kortere periode van 30 dagen. Ook voor dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs hebben we 30 dagen aangenomen (worst case).

Risicoberekeningen op basis van de beperkte concentratiegegevens voor metalen wijzen op de afwezigheid van een risico voor wat betreft systemische toxiciteit door het gebruik van crematie-as in tatoeages. Dergelijke berekeningen voor dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs wijzen ook op afwezigheid van een systemisch gezondheidsrisico. Voor PAKs en mogelijk andere aanwezige verontreinigingen is geen uitspraak mogelijk.



Over de mogelijke lokale schadelijke reacties in het behandelde huidgebied, of sensibilisatie als gevolg van de aanwezigheid van crematie-as in tatoeages is geen informatie beschikbaar. Mogelijk ontstaat door een pH-verhoging van tatoeage-inkt door crematie-as een extra beschadiging van de huid. De mate waarin crematie-as pH verhogend werkt is echter onbekend zodat een eenduidige conclusie op dat punt niet mogelijk is.

## 10. Beantwoording vragen

### Vraag 1

*Zijn er aanvullende of recentere gegevens bekend over de samenstelling van crematie-as naast de analyses door Smit (1996)? Zijn er bijvoorbeeld aanwijzingen dat persistente organische stoffen zoals PAK's, PCB's of dioxines aanwezig kunnen zijn in de as?*

### Antwoord

Aanvullend hebben we alleen de publicatie van Takeda et al. (2014) kunnen vinden. Deze onderzoekers bepaalden de concentraties dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs in de bodemas afkomstig van 14 crematoria in Japan. Op basis van o.a. informatie over emissies naar lucht bij crematoria en andere verbrandingsprocessen is het aannemelijk dat crematie-as ook PAKs en HCB bevat en mogelijk ook nog andere organische verontreinigingen.

### Vraag 2

*Welke gezondheidsrisico's zijn te verwachten van het tatoeëren met inkt waarin een beperkte hoeveelheid as is gemengd? Ga uit van de samenstelling van as, met name zware metalen, zoals gerapporteerd door Smit (1996); benut recentere gegevens als deze beschikbaar zijn.*

### Antwoord

Op basis van de aanname dat in tatoeages maximaal 1 gram crematie-as wordt toegepast hebben we voor metalen op basis de concentraties zoals gerapporteerd door Smit (1996) het mogelijke risico voor systemische gezondheidseffecten beoordeeld. Daarbij hebben we aangenomen dat de metalen langzaam vrijkomen uit het getatoeëerde huidgebied. Het resultaat was dat voor metalen de kans op systemische effecten zeer gering is. Zie voor details hoofdstuk 6, 7 en 8.

Voor wat betreft organische verontreinigingen kan voor dioxines, furanen en dioxineachtige PCBs eenzelfde conclusie getrokken worden op basis van de beschikbare informatie (geen systemische gezondheidseffecten verwacht). Voor waarschijnlijk ook aanwezige andere verontreinigingen zoals PAKs en HCB zijn er onvoldoende gegevens voor een beoordeling.

Voor wat betreft mogelijke lokale reacties in het behandelde huidgebied is er geen relevante informatie beschikbaar. Crematie-as kan als een relatief inert materiaal worden beschouwd maar bij contact met water ontstaat een alkalische oplossing. Mogelijk dat pH-verhoging door crematie-as in tatoeage-inkt leidt tot extra beschadiging van de getatoeëerde huid maar verdere informatie daarover ontbreekt. Concluderend is voor mogelijke lokale reacties na inbrengen van crematie-as in de huid via een tatoeage geen risico-uitspraak mogelijk.

### Vraag 3:

*Is er een maximaal toelaatbare hoeveelheid as aan te geven die in een tatoeage verwerkt zou mogen worden, zodanig dat het risico verwaarloosbaar is?*

### Antwoord:

Gezien de onzekerheden en hiaten in de risicobeoordeling achten wij het niet mogelijk een maximaal toelaatbare hoeveelheid crematie-as af te leiden.

*Vraag 4:*

*Welke handelingen zouden nodig zijn om het tatoeëren met as zo veilig mogelijk te maken?*

Antwoord:

Gezien ook ons antwoord op Vraag 3 is de enige aanbeveling die vanuit toxicologisch oogpunt gegeven kan worden is de ingebrachte hoeveelheid crematie-as zo klein mogelijk te houden.

*Vraag 5:*

*Welke gegevens zouden verzameld moeten worden om resterende onzekerheden over het risico te verkleinen?*

Antwoord:

Meer gegevens over de samenstelling van crematie-as en de variabiliteit daarin zou de eerste prioriteit zijn. Dit zou betekenen meting van metalen en organische stoffen. Specifiek voor chroom zou specifieke meting van hexavalent chroom informatief zijn. De toegepaste hoeveelheid crematie-as zou ook verder onderzocht kunnen worden om de juistheid van de nu aangenomen hoeveelheid van 1 gram te verifiëren. Een verdere bron van onzekerheid is de migratie van stoffen uit de crematie-as naar de systemische circulatie. Dit zou *in vitro* getest kunnen worden onder gesimuleerde fysiologische condities.

De onzekerheid over lokale huidreacties is niet te verkleinen door verder onderzoek omdat daarvoor geen geschikte testmodellen bestaan. Het monitoren van eventuele gezondheidsklachten uit de praktijk kan een eerste stap zijn om op dit punt meer inzicht te krijgen.

## 11. Referenties

Dewangan S, Pervez S, Chakrabarty R, Zielinska B (2014) Uncharted sources of particle bound polycyclic aromatic hydrocarbons from South Asia: Religious/ritual burning practices. *Atmospheric Pollution Research* **5**, 283–291.

ECHA (2015) <http://echa.europa.eu/nl/information-on-chemicals/cl-inventory-database> (geraadpleegd op 6 november 2015)

EFSA (2005) Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a Harmonised Approach for Risk Assessment of Substances Which are both Genotoxic and Carcinogenic. *The EFSA Journal* **282**, 1-31.

EFSA (2008) Safety of aluminium from dietary intake. *The EFSA Journal* (2008) **754**, 1-34.

EFSA (2009) Cadmium in food. *The EFSA Journal* 980, 1-139

EFSA (2010) Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA Journal* **8**(4): 1570.

EFSA (2014a) Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water. *EFSA Journal* **12**(3): 3595

EFSA (2014b) Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. *EFSA Journal* **12**(3): 3597

EMEP/EEA (2013) EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013. NFR: 5.C.1.b.v Cremation.

JECFA (2011) Safety evaluation of certain contaminants in food. Arsenic. WHO Food Additives Series 63. Geneva: World Health Organization.

Molenaar JG de, Mennen MG, Kistenkas FH (2009) Terug naar de natuur - Mogelijke effecten en juridische aspecten t.a.v. natuurbegraven, asverstrooien en urnbijzetting in natuurgebieden. Alterra-rapport 1789, ISSN 1566-7197.

Noz MP, Scheltema MJV (2015) Inventarisatie van de gezondheidsrisico's van tatoeages met menselijke as. In opdracht van RIVM-LCHV.

RAC (2013) Application for authorisation: Establishing a reference dose response relationship for carcinogenicity of hexavalent chromium. ECHA Helsinki, 04 December 2013 RAC/27/2013/06 Rev.1 (Agreed at RAC-27).

RIVM (2004) Oriënterende Evaluatie Gezondheidsrisico Metalen in Tatoeages. RIVM rapport 320105001/2004.  
<http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:13112&type=org&disposition=inline> (Geraadpleegd op 22-10-2015)

RIVM (2006) Chemicals in Toys - A general methodology for assessment of chemical safety of toys with a focus on elements. RIVM report 320003001/2008.  
<http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:272032&type=org&disposition=inline>  
(Geraadpleegd op 22-10-2015)

RIVM (2009) Re-evaluation of some human-toxicological Maximum Permissible Risk levels earlier evaluated in the period 1991-2001. RIVM Rapport 711701092.

RIVM (2015) Dietary exposure to cadmium in the Netherlands. RIVM Letter report 2015-0085. Auteurs: RC Sprong PE Boon.

SCF (2001) Opinion of the Scientific Committee on Food on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food - Update based on new scientific information available since the adoption of the SCF opinion of 22nd November 2000. Adopted on 30 May 2001. CS/CNTM/DIOXIN/20 final.

Schulz JJ, Warren MW, Krigbaum JS (2015) Analysis of human cremains. In: The Analysis of Burned Human Cremains – Second edition. CW Schmidt & SA Symes (eds.)

[https://books.google.nl/books?id=tZ7vAwAAQBAJ&pg=PA83&lpg=PA83&dq=cremains+ph&source=bl&ots=RcYr9RLPxI&sig=J8gJPz0pFDHXw\\_GhVG\\_JLJEcBL0&hl=nl&sa=X&ved=0CDQQ6AEwA2oVC hMI95jEsgzWyA1VA8ByCh10BAO6#v=onepage&q=cremains%20ph&f=false](https://books.google.nl/books?id=tZ7vAwAAQBAJ&pg=PA83&lpg=PA83&dq=cremains+ph&source=bl&ots=RcYr9RLPxI&sig=J8gJPz0pFDHXw_GhVG_JLJEcBL0&hl=nl&sa=X&ved=0CDQQ6AEwA2oVC hMI95jEsgzWyA1VA8ByCh10BAO6#v=onepage&q=cremains%20ph&f=false) (Geraadpleegd op 22-10-2015)

Takeda N, Takaoka M, Oshita K, Eguchi S (2014) PCDD/DF and co-planar PCB emissions from crematories in Japan. *Chemosphere* **98**, 91-98.

Smit ER (1996) Massabalans en emissies van in Nederland toegepaste crematorieverprocessen. TNO-MEP rapport R96/059, Delft. Zoals geciteerd in Molenaar et al. (2009).

UNEP (2007) Guidelines on best available techniques and provisional guidance On best environmental practices relevant to Article 5 and Annex C of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Published by the Secretariat of the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants in October 2008.

Vyskocil A, Viau C (1999) Assessment of Molybdenum Toxicity in Human. *Journal of Applied Toxicology* **19**, 185–192.

## Bijlage 1:

### Samenstelling van crematie-as zoals gerapporteerd door Smit (1996) (ontleend aan Molenaar et al. 2009).

Tabel 11. Resultaten van analyses van crematieas (Smit 1996) en de gehalten van de betreffende elementen in het menselijk lichaam (vgl. tabel 6).

Element	Menselijk lichaam Gehalte in ppm	Crematieas, vermalen Gehalte in mg/kg	
		Koude-start oven	Warme-start oven
Al (aluminium)	1,4	4100 – 12000	890 – 3000
As (arseen)	0,2	3 – 3,5	0,72 – 0,84
Au (goud)	<0,01	5 – 170	0,15 – 48
Ba (barium)	0,23	290 – 445	31 – 147
Cd (cadmium)	0,43	0,3 – 2,3	0,12
Co (kobalt)	<0,04	2 – 5,5	1,5 – 2,8
Cr (chromium)	<0,1	65 – 185	15 – 28
Cu (koper)	0,4	52 – 360	187 – 780
Fe (ijzer)	50	--	--
Mn (mangaan)	0,3	410 – 560	220 – 580
Mo (molybdeen)	<0,05	3	1,1 – 1,9
Ni (nikkel)	<0,1	23,5 – 97	29 – 170
Pb (lood)	1,1	3	1,04 – 5,8
Sb (antimoon)	1,3	5	0,87 – 1,9
Se (seleen)	--	5	0,1
Sn (tin)	0,43	13 – 99	3,6 – 28
Te (tellurium)	--	5	0,2
V (vanadium)	0,3	37,5 – 460	8,4 – 13,6
Zn (zink)	33	375 – 1135	46 – 250
Hg (kwik)	20	0,21 – 0,05	0,25
	Gehalte in %	Gehalte in mg/kg	
Cl (chloor)	0,1	1550 – 3350	448 – 582
S (zwavel)	0,25	3900	357 – 433
P (fosfor) <sup>1</sup>	0,7	155000 – 165000	159000 – 162000
Fosfaten als P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>2</sup>	--	7450 – 18000	7,5
opl. F (fluor)	0,02	1,5 – 2,25	0,55 – 1,26
opl. Cl	--	430 – 4150	50 – 99
N (stikstof)	2,3	590 – 1750	490 – 990

<sup>1</sup> 'onoplosbaar' = afhankelijk van de bodemomstandigheden slecht oplosbaar

<sup>2</sup> oplosbaar fosfaat

--: geen opgave

## Bijlage 2:

### TDIs voor metalen en oplosbaarheid oxides

Metaal	TDI in µg/kg lg/dag	Referentie	Oplosbaarheid oxides
Aluminium	143	EFSA 2008	Slecht
Antimoon	6	RIVM 2006	Slecht
Arseen	3 (BDML0,5)	JECFA 2011	Redelijk-goed
Barium	600	RIVM 2006	Slecht
Cadmium	0,36	EFSA 2009	Slecht
Chroom*	0,9**		Goed*
Goud	-	-	-
Kobalt	1,4	RIVM 2006	Slecht
Koper	83	RIVM 2006	Slecht
Kwik	2	RIVM 2006	Slecht
Lood	0,5 (BMDL1)	EFSA 2010	Slecht
Mangaan	30***	RIVM 2006	Slecht
Molybdeen	9	Vyskocil & Viau 1999	Slecht
Nikkel	10	RIVM 2006	Slecht
Selenium	5	RIVM 2006	Goed
Tellurium	2	RIVM 2004	Slecht
Tin (anorganisch)	2000	RIVM 2006	Slecht
Vanadium	2	RIVM 2009	Slecht
Zink	500	RIVM 2006	Slecht

\* Op basis van aanname dat Cr aanwezig is als Cr<sup>6+</sup>

\*\* waarde voor Cr<sup>6+</sup> afgeleid door de orale BMDL<sub>10</sub> (RAC 2013, EFSA 2014a) van 9 mg/kg lg/dag te delen door 10000 (conform aanbevolen EFSA-methode)

\*\*\* Deze waarde voor mangaan geeft aan de toelaatbare inname boven de normale inname via het dieet (RIVM 2006)

### Bijlage 3:

#### Achtergrondblootstelling metalen

Metaal	Achtergrondinname volwassene in µg/kg lg/dag	Referentie
Aluminium	214	EFSA 2008, RIVM 2006
Antimoon	0,53	RIVM 2006
Arseen	0,38	EFSA 2014b, RIVM 2006
Barium	9	RIVM 2006
Cadmium	0,2	RIVM 2015, RIVM 2006
Chroom*	0,16**	EFSA 2014a
Goud	-	-
Kobalt	0,3	RIVM 2006
Koper	30	RIVM 2006
Kwik	0,1	RIVM 2006
Lood	1,24	EFSA 2010
Mangaan	50	RIVM 2004
Molybdeen	3,6	Vyskocil & Viau 1999
Nikkel	4	RIVM 2006
Selenium	1	RIVM 2006
Tellurium	1,4	RIVM 2004
Tin (anorganisch)	140	RIVM 2004
Vanadium	0,3	RIVM 2009
Zink	175	RIVM 2006

\* Chroom<sup>6+</sup>

\*\* Worst case schatting voor inname via drinkwater (voedsel onbekend)