



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Lood in drinkwater**

*GGD-informatieblad medische milieukunde*

RIVM briefrapport 609400003/2012

A. Dusseldorp | J.F.M. Versteegh | M. Drijver |

P.J.C.M. Janssen



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Lood in drinkwater**

GGD-informatieblad medische milieukunde

RIVM Briefrapport 609400003/2012

A. Dusseldorp, JFM Versteegh, M. Drijver, PJCM Janssen

## Colofon

© RIVM 2012

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

A. Dusseldorp, JFM Versteegh, M. Drijver<sup>1</sup>, PJCM Janssen

Contact:  
Annelike Dusseldorp  
IMG -cGM  
annelike.dusseldorp@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van ministerie van VWS, in het kader van V/609400 'Ondersteuning van GGD'en '

<sup>1</sup> GGD Rotterdam-Rijnmond

## Rapport in het kort

### **Informatieblad lood in drinkwater**

Lood komt als verontreiniging voor in bodem, water en lucht. De blootstelling aan lood is in Nederland de afgelopen decennia afgenomen door maatregelen die de uitstoot hebben doen afnemen. Mensen worden momenteel voornamelijk via voeding aan lood blootgesteld. Omdat kinderen gevoeliger zijn voor lood dan volwassen is het belangrijk dat zij niet aan te veel lood blootstaan. Een te hoge blootstelling kan de normale ontwikkeling van de intelligentie namelijk belemmeren. Drinkwater valt onder de categorie voeding en maakt bij kinderen gemiddeld 7 procent uit van de loodblootstelling via voeding. In specifieke situaties kunnen zij ook via de bodem en via huisstof worden blootgesteld aan lood.

### **Maatregelen voorkomen loodblootstelling via waterleidingen**

In de meeste woningen zijn de loden waterleidingen vervangen en wordt de drinkwaternorm gehaald. In specifieke situaties kan de blootstelling via drinkwater echter hoger zijn dan gemiddeld. Het gaat dan om oude woningen met loden drinkwaterleidingen. In nieuwbouwwoningen kan de blootstelling via drinkwater tijdelijk verhoogd zijn. Preventieve maatregelen kunnen deze blootstellingen voorkomen. De belangrijkste zijn de loden leidingen te vervangen en in nieuwbouwwoningen de kraan na de oplevering gedurende drie maanden dagelijks twee minuten te laten doorspoelen.

Dit en meer staat in dit informatieblad lood in drinkwater, dat het RIVM voor de GGD heeft opgesteld. De GGD'en willen graag op uniforme wijze informatie over lood in drinkwater geven. De kennis die in dit informatieblad is samengebracht, kan daaraan bijdragen.

### **Inhoud informatieblad lood**

Verder komt de nieuwe Europese evaluatie van de gezondheidseffecten als gevolg van loodblootstelling aan de orde. Hieruit blijkt dat er geen drempel kan worden aangegeven voor de schadelijke effecten van lood. Ook wordt toegelicht welke wettelijke regelingen er bestaan voor metalen in drinkwater, en wat deze inhouden.

Trefwoorden:

lood, drinkwater, kinderen, blootstelling, preventie



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding—8</b>
<b>2</b>	<b>Blootstelling aan lood en gezondheidsrisico's—9</b>
2.1	De inname van lood via verschillende routes—9
2.2	Normen—10
2.3	Opname van lood en gezondheidseffecten—11
2.3.1	Lood-in-bloedwaarden in relatie tot gezondheidseffecten—11
2.3.2	Lood-in-bloedwaarden bij kinderen in Nederland—12
2.3.3	Risico's tijdens de zwangerschap—13
2.3.4	Risico's voor zuigelingen—13
2.4	Recent EFSA standpunt—14
2.4.1	PTWI/TDI teruggetrokken—14
2.4.2	Gevolgen van het terugtrekken van de PTWI/TDI—14
<b>3</b>	<b>Blootstelling aan metalen via het drinkwater (NL)—16</b>
3.1	Regelingen t.a.v. metalen in drinkwater—16
3.2	Metalen in drinkwater—17
3.2.1	Lood, koper, nikkel en chroom in kraanwater—17
3.2.2	De bijdrage van drinkwater aan de inname van lood—18
3.2.3	Loden leidingen in oude woningen—18
3.2.4	Nieuwbouwwoningen—19
3.3	Preventieve maatregelen—20
3.3.1	Vervangen van loden leidingen—20
3.3.2	Nieuwe kranen: doorspoelen voor gebruik—20
3.3.3	Flesvoeding—21
<b>4</b>	<b>Concluderende beschouwing—22</b>
<b>5</b>	<b>Referenties—23</b>
	BIJLAGE A: Relatie tussen lood-in-bloed en IQ (EFSA)—26

## Samenvatting

### *Gezondheidseffecten van lood, lood-in-bloedwaarden*

Kritische effecten van lood zijn neurotoxiciteit bij kinderen (op populatieniveau meetbaar als verlies van IQ punten) en cardiovasculaire effecten (met bloeddrukverhoging als meest gevoelige effect) en niertoxiciteit bij volwassenen. De inzichten in de gezondheidseffecten van lood zijn voornamelijk gebaseerd op epidemiologische studies waarin lood-in-bloedwaarden bij groepen kinderen en volwassenen zijn geassocieerd met gezondheidseffecten, waarbij vooral is gekeken naar een daling van het IQ. De lood-in-bloedwaarden bij kinderen zijn in Nederland sinds 1979 met meer dan de helft afgenomen, en er zijn nog maar weinig kinderen waarbij de lood-in-bloedwaarde uitkomt boven de norm van het Amerikaanse CDC (100 µg/l). Om onder deze waarde in bloed te blijven, is in het verleden een Toegestane Dagelijkse Inname (TDI) vastgesteld op 3,6 microgram per kilogram lichaamsgewicht per dag (µg/kg lg/dag). Deze laatste waarde is in 2011 door de EFSA echter losgelaten, omdat zij op basis van een nieuwe kwantitatieve analyse van de epidemiologische gegevens geen drempel kunnen aangeven waarbij geen schadelijke effecten meer optreden. In verband hiermee beveelt de EFSA een zo laag mogelijke de blootstelling aan lood aan.

### *Huidige blootstelling aan lood*

De blootstelling aan lood is over de laatste decennia afgenomen. Dit is te danken aan verschillende maatregelen zoals het loodvrij maken van benzine en het vervangen van loden drinkwaterleidingen. De voornaamste blootstellingsroute aan lood is momenteel de voeding. Op basis van recente Europese gegevens wordt de huidige blootstelling via de voeding bij volwassenen geschat op gemiddeld 0,4-1,2 µg/kg lg/dag. Bij kinderen wordt op basis van recente Nederlandse gegevens de huidige belasting via voeding geschat op 1 µg/kg lg/dag (95 percentiel). Bij deze innames acht de European Food Safety Authority (EFSA) het risico op schadelijke effecten bij volwassenen laag tot verwaarloosbaar. Bij kinderen tot 7 jaar kunnen risico's echter niet geheel worden uitgesloten. De gemiddelde bijdrage van drinkwater aan de loodinname via de voeding wordt geschat op ongeveer 7 procent. In specifieke blootstellingssituaties kan de bijdrage via drinkwater hoger zijn, bijvoorbeeld bij aanwezigheid van loden leidingen of bij tijdelijke loodafgifte door nieuwe kranen.

### *Verminderen van de blootstelling aan lood via het drinkwater*

Blootstelling aan lood via het drinkwater vindt voornamelijk plaats in woningen waar nog loden leidingen aanwezig zijn. Een effectieve maatregel is uiteraard om deze leidingen te vervangen. In woningen waar nog loden leidingen aanwezig zijn, wordt aanbevolen om deze alsnog te saneren. Nieuwe kranen en de daarbij gebruikte materialen kunnen de blootstelling aan enkele metalen, waaronder lood, tijdelijk verhogen. In de drinkwaterwet worden eisen aan de gebruikte materialen gesteld. In nieuwbouwwoningen echter, blijkt het drinkwater na oplevering van de woning desondanks niet altijd te voldoen aan de normen. Daarom wordt geadviseerd om de eerste drie maanden na het betrekken van de woning, de kraan 's ochtends eerst twee minuten door te laten spoelen alvorens drinkwater te tappen.

*Doel van dit informatieblad*

De GGD'en hebben geconstateerd dat de informatie die op diverse websites wordt gegeven over lood in drinkwater niet altijd overeenkomt. Dit vormde de aanleiding voor een GGD-project over de communicatie over lood in drinkwater. De GGD verstrekt informatie aan burgers over dit onderwerp en wil dit op een uniforme manier doen, op basis van de meest recente kennis. Daarnaast wil de GGD bezien of de blootstelling aan lood nog verder teruggedrongen kan worden. In dit informatieblad is op verzoek van de GGD'en de recente kennis gebundeld over lood in drinkwater, als startpunt voor verdere activiteiten.



## 1 Inleiding

In Nederland is de blootstelling aan lood de laatste decennia afgenomen, door maatregelen zoals het invoeren van loodvrije benzine en het saneren van loden drinkwaterleidingen. De voornaamste blootstellingsroute is op dit moment de voeding. In enkele lokale situaties kan inname via de bodem, huisstof of het drinkwater ook een relevante route zijn. Dit informatieblad gaat over de huidige blootstelling via het drinkwater.

In 1997 bracht de Gezondheidsraad een advies uit over lood in drinkwater. De raad adviseerde oude loden drinkwaterleidingen te saneren en achtte voorlichting gewenst over de bereiding van flesvoeding aan ouders van zuigelingen die wonen in een huis met loden drinkwaterleidingen, bij voorkeur nog voor de geboorte van het kind. Sindsdien zijn er allerlei voorlichtingsactiviteiten ontplooid door de overheid en intermediaire organisaties. Naar aanleiding van een onderzoek naar de drinkwaterkwaliteit in nieuwbouwwoningen in 2007 is ook een doorspoeladvies opgesteld voor het drinkwater in de eerste maanden na oplevering van nieuwbouwwoningen.

### *Aanleiding voor dit informatieblad*

De GGD'en hebben geconstateerd dat de informatie die op diverse websites wordt gegeven over lood in drinkwater niet altijd hetzelfde is. Samen met de constatering dat het doorspoeladvies niet overal eenduidig wordt gecommuniceerd, vormde dit aanleiding voor een GGD-project over de communicatie over lood in drinkwater. De GGD verstrekt in de praktijk regelmatig informatie over dit onderwerp en vindt dat ook van belang omdat niet algemeen bekend is dat drinkwater verontreinigd kan worden met metalen uit nieuwe kranen en leidingen. De GGD wil op een uniforme manier informatie verschaffen, op basis van de meest recente kennis. Daarnaast wil de GGD bezien of de blootstelling aan lood nog verder teruggedrongen kan worden. In dit informatieblad is op verzoek van de GGD'en de recente kennis gebundeld over lood in drinkwater, als startpunt voor verdere activiteiten.

### *Projectgroep*

Dit project is voorbereid en ingediend door een projectgroep, bestaande uit:

- M. Drijver (GGD Rotterdam-Rijnmond)
- F. Duijm (GGD Groningen)
- P. Esser (GGD Zuid-Limburg)
- P. van den Hazel (GGD Gelderland Midden)
- F. Woudenberg (GGD Amsterdam)
- M. Pasnagel (Bureau GMV voor de GGD'en Brabant en Zeeland)
- W. Hagens (RIVM/cGM)

Aan de leden van deze projectgroep is het conceptrapport voorgelegd ter commentaar. Tevens heeft P. Fischer (RIVM/MGO) het conceptrapport becommentarieerd.

## 2 Blootstelling aan lood en gezondheidsrisico's

### Hoofdstuk 2 samengevat:

- Het kritische effect van lood is neurotoxiciteit bij kinderen (op populatieniveau meetbaar als verlies in IQ-punten).
- De inname van lood via diverse blootstellingsroutes ligt gemiddeld onder de geldende TDI (toegestane dagelijkse inname) van 3,6 µg/kg lg/dag.
- Deze TDI is echter niet langer adequaat omdat al bij lagere dagelijkse inname een IQ-daling kan optreden, zo concludeert een recente Europese evaluatie.
- Dezelfde evaluatie berekent dat al bij een dagelijkse inname van 0,5 µg/kg lg/dag een daling van het IQ met één punt kan optreden.
- In Nederland zit ongeveer de helft van de kinderen iets boven deze waarde door inname van lood via de voeding (drinkwater inbegrepen). Lokaal zijn bodem en huisstof verdere potentiële bronnen voor lood (innameniveaus onzeker).

### 2.1 De inname van lood via verschillende routes

Loodblootstelling kan plaatsvinden via voeding, water, lucht, huisstof en bodem (hand-mond gedrag). Deze blootstelling wordt uitgedrukt in microgram lood per kilogram lichaamsgewicht per dag (µg/kg lg/dag). De grootste bijdrage aan de blootstelling is via de voeding. Lokaal echter kan drinkwater een belangrijke bron zijn, bijvoorbeeld in oude wijken of in nieuwbouwhuizen. Het RIVM heeft in de periode 2010-2012 berekeningen gemaakt van de gangbare loodinname door kinderen in Nederland via voedsel en drinkwater samen (zie Tabel 1).

Tabel 1. Langetermijnblootstelling in (µg/kg lg/dag) voor kinderen (MB+ scenario<sup>2</sup>, met 95% betrouwbaarheidsintervallen). Bron: Boon e.a. 2010, 2012.

Leeftijd (jaar)	Percentielen loodinname uit voedsel+drinkwater (µg/kg lg/dag)		
	P50	P95	P99
2	0.76 (0.72-0.80)	1.0 (0.98-1.1)	1.2 (1.1-1.3)
3	0.67 (0.63-0.69)	0.92 (0.86-0.96)	1.1 (0.98-1.1)
4	0.60 (0.68-0.65)	0.83 (0.79-0.89)	0.95 (0.90-1.0)
5	0.56 (0.54-0.60)	0.77 (0.74-0.83)	0.88 (0.84-0.94)
6	0.53 (0.50-0.55)	0.73 (0.68-0.77)	0.83 (0.78-0.88)

<sup>2</sup> In dit scenario kregen alle non-detect monsters van voedingsmiddelen/drinkwater met één monster boven de detectielimiet, een concentratie toebedeeld van de helft van deze limiet, de overige non-detect monsters werd concentratie nul toebedeeld.

Voor volwassenen schat EFSA op basis van Europese gegevens een loodinname via voedsel van 0,36 tot 1,24  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg/dag (gemiddelde consument) (EFSA 2010).

Ook loodinname via bodem en huisstof is een bron van blootstelling. Niet alleen de bodemconcentratie, maar ook gedragsfactoren en lokale omstandigheden (beschikbaarheid), bepalen uiteindelijk de blootstelling. Peeters e.a. (2009) vonden in Rotterdam dat de loodconcentratie in bloed toenam met 12 procent (95%-BI 1%-25%) bij een toename van 100  $\text{mg}/\text{kg}$  lood in de bodem. Zij concluderen dat in Rotterdam lood in bodem een beperkte invloed heeft op lood in bloed. Oomen e.a (2007) schatten (puur gebaseerd op de bodemconcentratie) voor jonge kinderen (1-6 jaar) een inname van lood door ingestie van bodem en (huis)stof voor een locatie in Brabant<sup>3</sup> van 2,4 ( $\pm$  1,5)  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg/week, overeenkomend met ongeveer 0,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg/dag. Zoals gezegd is onduidelijk hoe realistisch deze schatting is ten opzichte van de bovengenoemde waarden voor voedsel. Overall dient ervan uitgegaan te worden dat ingestie van met lood verontreinigde bodem (bv door hand-mond gedrag van spelende kinderen of consumptie van moestuingewassen) significant kan bijdragen aan de achtergrondblootstelling in bepaalde situaties.

Op basis van gemeten luchtconcentraties in Nederland (gemiddeld 8  $\text{ng}/\text{m}^3$  over 2010) (CBS, PBL, Wageningen UR 2010) wordt de blootstelling via lucht als gering tot zeer gering aangemerkt. In de omgeving van metaalverwerkende bedrijven kan de concentratie lood in de lucht een factor 2 - 3 hoger zijn (Schols 2009, Mennen e.a. 2004). Dat is nog steeds ruim onder de norm van 500  $\text{ng}/\text{m}^3$  (zie ook paragraaf 2.2).

## 2.2 Normen

Het maximaal toelaatbaar risico (MTR) voor lood is in Nederland gesteld op 3,6  $\mu\text{g}$  lood per  $\text{kg}$  lichaamsgewicht per dag ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  lg/dag) (Baars e.a., 2001). Deze waarde wordt ook wel aangeduid als TDI, wat staat voor Tolerable Daily Intake, en is direct afgeleid van de Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) van 25  $\mu\text{g}$  per  $\text{kg}$  lichaamsgewicht per week (zie Tabel 2). Deze laatste waarde werd reeds in 1987 aanbevolen door de WHO en is in 1997 ook gehanteerd in blootstellingsbeoordelingen door de Gezondheidsraad. Op basis van recente beoordelingen (2010) hebben JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) en EFSA deze innamenorm echter verlaten (zie paragraaf 2.4).

Tabel 2. Bestaande normen voor de inname van lood

Normen voor de inname van lood	Waarde in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/dag (tenzij anders vermeld)
Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI)	25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg/ week <sup>4</sup>
Tolerable Daily Intake (TDI)	3,6 <sup>4</sup>
Maximaal toelaatbaar risico (MTR)	3,6

<sup>3</sup> Deze locatie werd gebruikt als referentielocatie in het desbetreffende onderzoek.

<sup>4</sup> Deze TDI en PTWI zijn inmiddels door de EFSA teruggetrokken, zie hiervoor paragraaf 2.4

*Drinkwater*

De Nederlandse norm voor lood in drinkwater bedraagt 10 µg/l. Deze waarde is berekend door de WHO uit de PTWI van 25 µg/kg lg/week, voor een baby van 5 kg die 0,75 liter per dag drinkt. Daarbij is uitgegaan van 50 procent allocatie, dat wil zeggen dat 50 procent van de loodblootstelling afkomstig mag zijn van drinkwater (WHO 1996, 2008).

*Lucht*

Sinds 2001 heeft de Europese Unie een grenswaarde vastgesteld voor de concentratie van lood in buitenlucht. De grenswaarde is vastgesteld op 500 ng/m<sup>3</sup> voor de jaargemiddelde concentratie. Deze norm is ongewijzigd overgenomen in de in 2008 van kracht geworden Europese luchtkwaliteitsrichtlijn (2008/50/EC).

### 2.3 Opname van lood en gezondheidseffecten

Van het lood dat via voedsel of drinkwater wordt ingenomen, wordt bij volwassenen naar schatting ongeveer 10 procent in het lichaam opgenomen. Bij kinderen tot 6 jaar is dat percentage hoger (ongeveer 40-50 procent) (GR, 1997). Het opgenomen lood verdeelt zich vervolgens over het bloed, de zachte weefsels (lever, nier, zenuwweefsel) en vooral het bot. Lood wordt ingebouwd in het botweefsel maar kan daaruit naderhand voor een deel langzaam weer vrijkomen. Hierdoor kan een eerdere hoge loodblootstelling na jaren nog schade aanrichten.

Er verschijnen jaarlijks nieuwe studies naar de gezondheidseffecten van lood. Uit de grote hoeveelheid wetenschappelijke informatie zoals nu beschikbaar, komen als kritische effecten naar voren (conform EFSA-evaluatie): neurotoxiciteit bij kinderen (meetbaar op populatieniveau als verlies van IQ-punten), cardiovasculaire effecten (met bloeddrukverhoging als meest gevoelige effect) en niertoxiciteit bij volwassenen. Deze kritische effecten worden gebruikt om advieswaarden of normen af te leiden.

In het kader van onze rapportage hebben we geen individuele nieuwe studies beoordeeld. Nieuwe wetenschappelijke informatie wordt eens in de zoveel tijd in samenhang opnieuw geëvalueerd door (inter)nationale wetenschappelijke werkgroepen. Wel vermelden we beneden enkele recente reviews/studies in dit hoofdstuk om een indruk te geven van verdere effecten die in de wetenschappelijke literatuur aan de orde komen.

#### 2.3.1 *Lood-in-bloedwaarden in relatie tot gezondheidseffecten*

De gebruikelijke maat voor de blootstelling aan lood via verschillende routes is de lood-in-bloedwaarde. Deze wordt uitgedrukt in microgram lood per liter bloed (µg/l). De inzichten over de gezondheidseffecten van lood zijn voornamelijk gebaseerd op epidemiologische studies waarin deze lood-in-bloedwaarden bij groepen kinderen en volwassenen zijn gecorreleerd met gezondheidseffecten, zoals een daling van het IQ bij kinderen. Bij zeer hoge lood-in-bloedwaarden (loodvergiftiging) kunnen bloedarmoede, neuropathie (niet goed functioneren van zenuwen) en ernstige hersenbeschadiging optreden (GR, 1997).

De Gezondheidsraad achtte het in 1997 onmogelijk, op grond van de toenmalige stand van wetenschap, met zekerheid een lood-in-bloedwaarde aan te geven waar beneden geen nadelige gezondheidseffecten zijn te verwachten. Het Amerikaanse CDC (Centers for Disease Control and Prevention) hanteert een

'actiewaarde' voor de concentratie lood in het bloed waarboven men spreekt van 'loodvergiftiging' en maatregelen nodig zijn. Voor kinderen en zwangeren gebruikt de CDC sinds een 'norm' van 100 µg/l bloed. De op dit moment beschikbare gegevens wijzen er echter op dat beneden deze waarde al de eerste schadelijke effecten kunnen optreden voor het zich ontwikkelende zenuwstelsel. Op basis van de data is geen drempelwaarde te bepalen waaronder geen effecten op het IQ meer optreden. In een recente evaluatie berekent de EFSA dat een daling van één IQ punt kan optreden bij een lood-in-bloedwaarde van 12 µg/l. Deze waarde komt overeen met een loodinname van 0,5 µg/kg lg/dag (EFSA, 2010). De EFSA koos een IQ-verlies van één punt als relevant, mede omdat een dergelijke verlaging al van invloed geacht wordt op uiteindelijke socio-economische status en arbeidsproductiviteit.

Het CDC erkent dat er ook onder de actiewaarde van 100 µg/l bloed nadelige gezondheidseffecten kunnen optreden, maar heeft de norm niet verlaagd. In een rapport met een uitgebreid literatuuronderzoek wordt beargumenteerd dat dit arbitrair zou zijn, omdat er geen drempelwaarde lijkt te zijn waaronder lood in het bloed geen risico vormt. Het CDC gaf aan hun aandacht en middelen te willen richten op maatregelen in gebieden waar grote aantallen kinderen risico lopen op blootstelling aan lood en op algemene maatregelen die het vóórkomen van lood in het milieu verminderen, zoals verwijdering van lood uit verf, cosmetica, sieraden, medicijnen, etc. (CDC, 2005).

Eubig e.a. suggereerden in een recente meta-analyse dat de blootstelling aan lood (en PCB's) een rol zou kunnen spelen bij ADHD. Zij komen tot deze conclusie omdat kinderen met een hoge lood-bloedwaarde op een scala aan testen (bijvoorbeeld aandachtstesten) slechter scoren, net zoals kinderen met ADHD. De auteurs geven aan dat er aanwijzingen zijn voor een relatie tussen loodblootstelling en ADHD, maar dat de data niet voldoende zijn om causaliteit vast te stellen. Eén mogelijkheid die zij opperen is dat het gedrag van ADHD-kinderen leidt tot hogere blootstelling in plaats van andersom (Eubig e.a. 2010).

### 2.3.2 *Lood-in-bloedwaarden bij kinderen in Nederland*

Kinderen in binnensteden ondervinden een hogere loodblootstelling dan daarbuiten (GR 1997). In een onderzoek in 1992 onder 559 kinderen van 1-6 jaar was in de binnensteden van Amsterdam en Rotterdam de gemiddelde lood-in-bloedwaarde 64 µg/l en daarbuiten 45 µg/l. De waarden in de binnensteden waren ongeveer 50-60 procent lager dan in 1979 (van Wijnen e.a. 1996).

De meest recente gegevens komen uit een onderzoek uit 2005 bij 250 Rotterdamse kinderen. De mediane lood-in-bloedwaarde was gemiddeld 18,1 µg/l met een spreiding van 5-103 µg/l (Peeters e.a. 2009). De gemiddelde lood-in-bloedwaarde is dus sinds begin jaren '90 verder gedaald: in de binnenstad van Rotterdam waren de lood-in-bloedconcentraties ten opzichte van 1992 afgenomen met 70 procent, in de buitenwijken met 65 procent. De blootstelling van de meeste kinderen zit onder de CDC-norm van 100 µg/l (het 75 percentiel bedroeg in dit onderzoek 25 µg/l). De mediaan zit wel boven de waarde waarbij de EFSA een daling van één IQ punt verwacht (12 µg/l, zie paragraaf 2.4).

### 2.3.3 *Risico's tijdens de zwangerschap*

Lood kan de placenta passeren, wat kan leiden tot nadelige effecten op de mentale ontwikkeling van het ongeboren kind (GR, 1997). Belangrijk daarbij is dat tijdens de zwangerschap meer lood vrijkomt uit de botten door een verhoogde calciumbehoefte. Dit is een belangrijke bron van blootstelling voor het nog ongeboren kind (Gomaa e.a. 2002). Extra calciumname<sup>5</sup> zou bij zwangere vrouwen de loodconcentratie in het bloed kunnen verlagen (Ettinger e.a. 2007, Kennedy e.a. 2012).

#### *IQ*

Uit onderzoeken uitgevoerd in Mexico komt naar voren dat prenatale blootstelling aan lood kan leiden tot een lager IQ, zelfs bij maternale lood-in-bloedwaarden onder de actiewaarde van 100 µg/l (Schnaas, 2006; Hu, 2006). In deze onderzoeken hadden de zwangeren lood-in-bloedwaarden van gemiddeld 70 a 80 µg/l met uitschieters naar >250 µg/l. De gevoeligheid van de foetus voor lood is niet precies bekend, maar de EFSA neemt aan dat de foetus op zijn minst zo gevoelig is als jonge kinderen. Onder de aanname dat de concentratie in de placenta ongeveer 90 procent is van de lood-in-bloedwaarde van de moeder<sup>6</sup>, geeft de EFSA aan dat een lood-in-bloedwaarde van de moeder van 13 µg/l kan leiden tot een IQ-daling van één punt bij de foetus. Deze lood in bloedwaarde voor de moeder komt overeen met een loodname van 0,54 µg/kg lg/dag (EFSA 2010).

#### *Andere effecten*

Er verschijnen regelmatig studies over andere effecten van loodblootstelling tijdens de zwangerschap. De resultaten uit de literatuur zijn daarover niet eenduidig. Bound (1997) concludeerde dat loodblootstelling via drinkwater (> 10 µg/L) een risicofactor is voor de ontwikkeling van neurale buisdefecten terwijl daarentegen Macdonell (2000) geen associatie vond tussen neurale buisdefecten en loodconcentraties in drinkwater. De onderzoekers geven aan dat het onduidelijk is in hoeverre andere factoren, zoals sociaal-economische status, de resultaten beïnvloeden. Wel is een verhoogd risico (OR = 2,87: 1,1-6,4) gevonden op neurale buisdefecten bij vrouwen die beroepsmatig aan lood waren blootgesteld (Irgens, 1998).

Daarnaast is in studies een verhoogd risico op een miskraam gevonden bij loodconcentraties in bloed onder de actiewaarde (Borja-Aburto, 1999; Hertz-Picciotto, 2000).

### 2.3.4 *Risico's voor zuigelingen*

#### *Borstvoeding*

Hoewel de concentratie lood in moedermelk toeneemt met de concentratie in het bloed van de moeder, vormen de melkklieren een barrière. ATSDR (2007) vermeldt dat meestal 10 procent of minder aanwezig is in melk ten opzichte van de concentratie in het bloed van de moeder, maar geeft ook aan dat incidenteel aanzienlijk hogere waarden gevonden werden (tot 90 procent). De EFSA concludeert dat kinderen van nul tot een half jaar die borstvoeding krijgen, geen risico lopen als gevolg van loodblootstelling (EFSA, 2010).

<sup>5</sup> De Gezondheidsraad (2000) adviseert voor alle vrouwen een calciumopname van 1000 mg per dag.

<sup>6</sup> The lead concentration in cord blood is 85-90% that of maternal blood (WHO, 1995)

*Flesvoeding*

De Gezondheidsraad gaf in 1997 aan dat ongeveer 11.000 zuigelingen als gevolg van flesvoeding in de eerste zes levensmaanden meer dan de PTWI van 25 µg lood per kg lichaamsgewicht per week binnenkregen (GR, 1997), uitgaande van een representatief geachte loodconcentratie in het desbetreffende drinkwater van 35 µg/L (in huizen met loden leidingen). Het aantal loden leidingen is sinds 1997 waarschijnlijk verder afgenomen. Er zijn geen recentere schattingen over de loodblootstelling van zuigelingen. De meest recente gegevens over de concentratie van lood in drinkwater staan beschreven in paragraaf 3.2.

## 2.4 Recent EFSA standpunt

### 2.4.1 *PTWI/TDI teruggetrokken*

In 2010 hebben de JECFA en de EFSA de innamenorm (TDI van 3,6 µg lood/kg lg/dag) voor kinderen (tot zeven jaar) verlaten. Op basis van kwantitatieve dosis-responsmodellering concluderen zij dat een loodinnamende rond de PTWI van 25 µg per kg lichaamsgewicht per week bij kinderen al gepaard gaat met een afname van het IQ. Op basis van doorrekeningen met twee modellen met onderling enigszins afwijkende uitkomsten, concludeert JECFA (2011) dat een innamende rond de PTWI gepaard gaat met een verlies in IQ van minimaal 3 punten. Volgens de recente bevindingen van JECFA en WHO zijn bij deze blootstelling mogelijk ook bij volwassenen nadelige effecten te verwachten, waaronder een toename van de systolische bloeddruk met 3 mm Hg. JECFA en EFSA kunnen op basis van de beschikbare gegevens geen veilige 'drempelwaarde' aangeven waaronder geen schadelijke effecten ontstaan.

Een daling van één IQ-punt kan volgens de EFSA-berekeningen optreden bij een lood-in-bloedwaarde van 12 µg/l. Voor lood in voeding komt dit overeen met een innamende van 0,5 µg/kg lg/dag. De gemiddelde huidige loodblootstelling van kinderen tot 7 jaar ligt in Europa vaak boven deze waarde. Dat betekent dat voor jonge kinderen een effect niet uit te sluiten is. De EFSA verwacht bij de huidige lood-inname in Europa geen effecten bij volwassenen. In Bijlage A staat de evaluatie van de EFSA nader toegelicht.

### 2.4.2 *Gevolgen van het terugtrekken van de PTWI/TDI*

Normstelling in Nederland is de verantwoordelijkheid van de verschillende ministeries. De risicobeoordeling leidt tot gezondheidskundige referentiewaarden welke vervolgens beoordeeld worden op beleidmatige haalbaarheid en relevantie (risico-management). Dit geldt ook voor de normstelling van lood. Het valt buiten de doelstelling van dit informatieblad om concrete aanbevelingen te doen over de normstelling van lood. Ter informatie wordt in deze paragraaf kort beschreven op welke manier de daarvoor verantwoordelijke gremia omgaan met de terugtrekking van de PTWI.

Voor wat betreft voedselproductnormen wordt binnen de Europese Commissie momenteel beoordeeld in hoeverre bijstelling van loodnormen voor agrarische producten (plantaardig, dierlijk) noodzakelijk is op basis van het EFSA-advies. Praktische haalbaarheid is daarbij een factor in de afweging. Naar verwachting wordt hierover in de nabije toekomst gerapporteerd vanuit de desbetreffende werkgroep (deze bestaat uit vertegenwoordigers van de Commissie en van de individuele lidstaten). Voor wat betreft loodblootstelling via het milieu, zal het ministerie van I&M op basis van een discussienotitie gaan bepalen of en op

welke wijze met de nieuwe inzichten in het Nederlandse beleid rekening gehouden kan worden.

Voor de drinkwaterregelingen zal het terugtrekken van de PTWI waarschijnlijk geen gevolgen hebben. De EU heeft aangegeven dat de drinkwaterrichtlijn de komende jaren nauwelijks wijzigingen zal ondergaan. In 2013, dat is 15 jaar na het inwerkingtreden van de drinkwaterrichtlijn uit 1998, zal in de EU-lidstaten moeten worden voldaan aan de norm van 10 µg/l zoals in de EU-Drinking Water Directive is gesteld. Deze norm is weliswaar gebaseerd op de oude PTWI, maar dit is voor een aantal landen al een moeilijke opgave. De norm wordt getoetst aan het gemiddelde van de metingen in een voorzieningsgebied. Nederland heeft deze norm overigens al in 2006 ingevoerd. Het aantal overschrijdingen van 10 µg/l als maximum ligt inmiddels onder de 1 procent (zie paragraaf 3.2.1.).



### 3 Blootstelling aan metalen via het drinkwater (NL)

#### *Hoofdstuk 3 samengevat*

- In de drinkwaterwet worden eisen gesteld aan de metalen in materialen die in contact komen met drinkwater (bijvoorbeeld materialen van kranen).
- De drinkwaternorm voor lood van 10 µg/liter wordt in veruit de meeste woningen in Nederland gehaald. Het percentage overschrijdingen van de norm voor lood in drinkwater, zoals vermeld in de jaarlijkse rapportages over de drinkwaterkwaliteit, is tussen 2008 en 2010 verder gedaald.
- In nieuwbouwwoningen worden bij oplevering soms de normen voor lood, nikkel en koper in kraanwater overschreden
- Daarom geldt een doorspoeladvies gedurende de eerste drie maanden na het betrekken van een nieuwbouwwoning.

#### 3.1 Regelingen t.a.v. metalen in drinkwater

##### *Drinkwaterwet en besluit*

In Nederland zijn de normen voor de drinkwaterkwaliteit vastgelegd in het drinkwaterbesluit (Dwb, 2011). De metalen uit het besluit die een relatie hebben met het leidingmateriaal zijn lood, koper, nikkel, chroom en zink. Met uitzondering van zink zijn deze metalen opgenomen in de tabel met gezondheidskundige normen. Dit betekent dat deze normen zijn gebaseerd op toxicologische informatie en dat bij een overschrijding van deze concentraties in het drinkwater een aantal acties dient te worden ondernomen om de blootstelling zo kort mogelijk te laten zijn.

##### *Drinkwaterregeling, nadere bepalingen*

Warm tapwater kan meer metalen bevatten dan koud water uit de kraan, omdat in warm water de meeste metalen makkelijker oplossen. In de drinkwaterregeling worden eisen gesteld aan een meetprogramma voor wijkwarmtapwatervoorzieningen (centrale warmwatervoorzieningen op wijkniveau). Daarin moet koper worden gemeten. Afhankelijk van de samenstelling van het gebruikte leidingmateriaal en hulpstukken dienen ook metalen als nikkel, cadmium en lood te worden gemeten (Staatscourant, 2011).

##### *Ministeriële regeling materialen en chemicaliën in contact met drink- en warmtapwater*

De drinkwaterwet bevat de Ministeriële regeling materialen en chemicaliën in contact met drink- en warmtapwater. In deze regeling worden in het belang van de volksgezondheid eisen gesteld aan de te gebruiken materialen en chemicaliën die in contact komen met drinkwater in het traject van bron tot kraan. In de huidige regeling (*Staatscourant 2011 nr 11911, 18 juli 2011*) zijn ook metalen opgenomen. In de regeling staan:

- eisen aan de samenstelling van een aantal legeringen;
- maximumgehalten aan de onzuiverheden die het materiaal kan bevatten.

Tapkranen zoals in de keuken en badkamer zijn samengestelde producten die deels bestaan uit legeringen. Daarin kan onder andere lood zitten. Voor deze legeringen gelden dus de eisen die in de regeling zijn beschreven. Daarnaast kunnen in het productieproces nog bewerkingen plaatsvinden waardoor de afgifte van metalen wordt verhoogd. Zo worden kranen verchromd, waarbij nikkel wordt gebruikt als procesverbeteraar. Hiervoor zijn andere testen nodig

dan voor de gebruikte legeringen. Testopstellingen zijn inmiddels (in EU-verband) ontwikkeld. De eis is dat aan het einde van de looptijd van de test (26 weken) de concentratie in het testwater niet boven 50 procent van de norm mag komen voor nikkel en lood. Mede vanwege de overgangstermijn van twee jaar in de Regeling is er bij de Commissie van Deskundigen die de Regeling uitvoert nog weinig ervaring met (de testen voor) deze productcategorie. Opgemerkt wordt dat met deze Regeling beoogd wordt materialen toe te passen die voldoen aan de eisen gericht op de volksgezondheid. Het is aan de eigenaar van een drinkwaterinstallatie om de juiste materialen toe te passen. Toegelaten materialen hebben een Kiwa-ATA certificaat (staan op de website van Kiwa). Er is nog niet veel ervaring met de uitwerking van deze regeling in de praktijk.

#### *Streven naar uniforme eisen in Europa*

Binnen Europa wordt voor het toelaten van materialen gestreefd naar wederzijdse erkenning van de toelatingssystemen van vier lidstaten waaronder Nederland (samen met Duitsland, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk). In dit kader worden toelatingseisen uniform en wordt ook het werk voor de beleidsontwikkeling verdeeld tussen de lidstaten. Vooral Duitsland is betrokken bij het beleid voor de categorie metalen. Overigens blijft het certificeringstraject (voor de borging van de productie van de materialen) een verantwoordelijkheid van de individuele lidstaat.

## **3.2 Metalen in drinkwater**

### *3.2.1 Lood, koper, nikkel en chroom in kraanwater*

De metalen lood, koper, nikkel en chroom in drinkwater worden regelmatig bepaald, zowel bij het drinkwaterbedrijf als in het distributiegebied. Sinds 2004 vindt voor dit doel de bemonstering van drinkwater in het distributiegebied plaats volgens de Random Day Time (RDT)-methode. De monsters voor metalen worden direct na het opendraaien van de kraan genomen (zonder doorstroming). Omdat de monsters verspreid over de (werk)dag worden genomen, ontstaat er zo een afspiegeling van de blootstelling aan deze metalen na (enige tijd) stilstaan van het water. Het jaargemiddelde van de metingen in een distributiegebied wordt getoetst aan de normen van het Drinkwaterbesluit. In principe dient er te worden getoetst aan de weekgemiddelde inname, maar vanwege het beperkte aantal monsters is dit niet mogelijk.

De gegevens van de RDT-monsters uit de periode 2004-2006 zijn weergegeven in Tabel 3. Er zijn in die periode ongeveer 7300 metingen van lood gedaan, waarvan 2,4 procent boven de norm van 10 µg/l zat. De monsterplaatsen zijn random gekozen. Er is dus geen rekening gehouden met de leeftijd van de woningen. Wel bleek een groot deel van de overschrijdingen voor lood plaats te vinden in distributiegebieden waarvan bekend is dat er nog relatief veel panden zijn met loden leidingen (Slaats e.a. 2008). Overigens bleek ook uit de analyse van deze gegevens dat de meeste monsters in de ochtend zijn genomen. De beoogde spreiding over de gehele werkdag is dus niet helemaal bereikt. Het is niet precies bekend welke invloed dit heeft op de gemeten concentraties metalen (Slaats e.a. 2008).

Het percentage meetwaarden boven de norm voor lood is in de afgelopen jaren afgenomen: in 2008 was dat 1,9 procent, in 2009 1,5 procent en in 2010 0,8 procent van de meetwaarden (Versteegh en Dik, 2009, 2010, 2011).

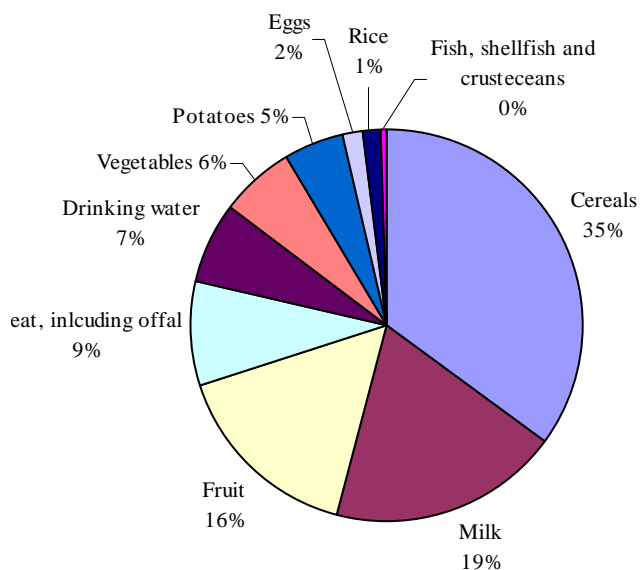
Tabel 3. Overzicht van de mediaanwaarden en de 5- en 95- percentielwaarden voor lood, nikkel, koper en chroomgehalten in RDT-monsters (Bron: Slaats e.a., 2008).

	Normwaarde*	Percentage meetwaarden boven de	5- percentiel	Mediaan	95- percentiel
	$\mu\text{g/l}$	norm	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Lood	10	2,4 %	0,5	0,5	4,9
Nikkel	20	1,2 %	0,5	1,0	7
Koper	2000	0,5 %	5	48	652
Chroom	50	0 %	0,5	0,5	0,5

\* Waterleidingbesluit 2001

### 3.2.2 De bijdrage van drinkwater aan de inname van lood

Recente schattingen van Boon e.a. laten zien dat voor Nederlandse kinderen de gemiddelde bijdrage van drinkwater aan de inname van lood via de voeding ca. 7 procent is (zie Figuur 1). Lokaal kunnen daarnaast bodem en loden leidingen en kranen een bron vormen.



Figuur 1. Bijdrage (in %) van categorieën voedingsmiddelen aan de lange termijn blootstelling aan lood via de voeding, voor kinderen van 2 tot 6 jaar in Nederland (MB+ scenario, door de auteurs aangemerkt als meest realistisch). (Bron: Boon, 2012)

### 3.2.3 Loden leidingen in oude woningen

Loden leidingen vindt men vooral in leidingenstelsels van vóór 1945 (VEWIN 1994). Daarna werd vooral koper gebruikt en vanaf 1960 was het niet meer toegestaan lood toe te passen als leidingmateriaal. Het gebruik van loodhoudend soldeer is door de drinkwaterbedrijfstak sinds 1 maart 1995 verboden (GR 1997).

De 'dienst'waterleidingen (buiten de woning tot aan de watermeter in de woning) zijn in de periode 1995-2002 grotendeels vervangen door de drinkwaterbedrijven. Voor leidingen binnenshuis zijn de huiseigenaren zelf verantwoordelijk. Naar aanleiding van het Gezondheidsraadadvies is er van 1999 tot 2005 door het Rijk een subsidie verstrekt voor het vervangen van loden binnenleidingen. De doelstelling was, om voor 2005 alle loden drinkwaterleidingen in sociale huurwoningen en 80 procent van de loden drinkwaterleidingen in het particuliere bezit te vervangen, deels door autonome ontwikkelingen (sloop en renovatie), deels via de subsidieregeling. Voor de start van de subsidieregeling, in 1998, werd geschat dat circa 275.000 woningen in Nederland loden drinkwaterleidingen bevatten, waarvan 233.000 in de particuliere sector. Ongeveer 14.000 woningen zijn gesaneerd met behulp van de subsidieregeling. Het is niet bekend in hoeveel woningen op andere wijzen (ongesubsidieerde sanering, renovatie, sloop) de loden drinkwaterleidingen zijn gesaneerd. Er is daarom niet met zekerheid te zeggen of de doelstelling van de regeling is gehaald (Schepers & de Wildt, 2007). In 2001 was 75 procent van de bevolking bekend met loodproblematiek, ten tijde van de evaluatie van Schepers en de Wildt (2007), was dit percentage niet bekend. Ook voor de recentere periode is dit niet bekend.

#### 3.2.4 Nieuwbouwwoningen

In 2007 bleek dat in het drinkwater in nieuwbouwwoningen gedurende de eerste maanden vaak verhoogde gehalten lood, nikkel en koper werden aangetroffen (Wuijts e.a. 2007). In dit onderzoek werd water onderzocht na lang stilstaan (dus een langere verblijftijd dan volgens de wettelijke RDT- methode (zie hierboven). Van de monsters aan de kraan liet 87 procent een overschrijding zien voor lood (in 11 procent van de woningen van meer dan een factor 10). De loodconcentraties waren in enkele gevallen zodanig hoog dat vermoed werd dat gebruik was gemaakt van loodsoldeer. Toepassing van loodsoldeer bij de aanleg van drinkwaterleidinginstallaties is verboden (Wuijts e.a. 2007). In datzelfde onderzoek werden op enkele locaties herhalingsmonsters genomen, enkele tot zes maanden na de eerste bemonstering. Hierbij bleken de metaalgehalten tot onder de drinkwaternorm te zijn gedaald (Wuijts e.a., 2007).



Figuur 2. Sticker die het doorspoeladvies geeft in nieuwbouwwoningen (Bron: Vewin)

Hoewel de aanwezigheid van deze metalen naar verwachting geen acute gezondheidsrisico's met zich meebrengt vanwege de kortdurende blootstelling, wordt deze situatie niet wenselijk geacht. De meeste bewoners van nieuwbouwwoningen in Nederland krijgen daarom sindsdien van drinkwaterbedrijven informatie over een maatregel die de kwaliteit van het drinkwater waarborgt. Dit betreft een doorspoeladvies gedurende de eerste drie maanden nadat de woning is betrokken. Dit houdt in dat kranen op locaties waar kraanwater wordt gedronken (keuken en badkamer) dagelijks twee minuten moeten worden opgezet vóór het eerste gebruik. In 2010 is een evaluatie verschenen van de communicatie over dit doorspoeladvies door drinkwaterbedrijven (Versteegh en Boshuis, 2010). Hieruit bleek dat de manier wisselt waarop de bedrijven de bewoners informeren over de drinkwaterkwaliteit en het doorspoeladvies. Meestal gebeurt dit door een sticker op de kranen bij de oplevering van nieuwbouwwoningen (zie Figuur 2) en een verwijzing naar [www.kraandoorspoelen.nu](http://www.kraandoorspoelen.nu).

### 3.3 Preventieve maatregelen

#### 3.3.1 *Vervangen van loden leidingen*

Loden leidingen zijn toegepast tot 1945. Zoals beschreven in paragraaf 3.2.3, zijn al veel loden leidingen gesaneerd. Saneren is de meest effectieve methode om de loodblootstelling via het drinkwater terug te dringen (GR 1997).

Loden waterleidingen zijn te herkennen aan de grijze kleur (koperen leidingen zijn roodbruin van kleur). Dit is niet altijd te zien omdat de meeste leidingen in huis in de muur of onder de vloer zitten of geschilderd zijn. Bij renovatie of verbouw van oude woningen zijn vaak ook de leidingen vervangen, maar soms is dat beperkt tot de leidingen die eenvoudig te bereiken zijn. Het is dus niet altijd gemakkelijk om zelf vast te stellen of er loden leidingen in huis zitten. Een installateur of medewerker van een drinkwaterbedrijf kan dat wel, met speciale apparatuur. Op de website van het Medisch Milieukundig Netwerk in België is een schema weergegeven waarin ook herkenningpunten van loden leidingen zijn weergegeven (VMM e.a., 2012).

#### 3.3.2 *Nieuwe kranen: doorspoelen voor gebruik*

Voor nieuwe drinkwaterleidingen, zoals in nieuwbouwwoningen, geldt, zoals eerder in dit hoofdstuk vermeld, een doorspoeladvies: gedurende de eerste drie maanden elke ochtend de kraan twee minuten open zetten om het water te verversen ([www.kraandoorspoelen.nu](http://www.kraandoorspoelen.nu)).

Als alleen de kraan zelf nieuw is, hoeft slechts een kleine hoeveelheid doorgespoeld te worden (ca. tien seconden de kraan laten lopen): doorspoelen met enkele volumina van de kraan zou al voldoende moeten zijn (Vewin). Knobloch e.a. 1998 deden onderzoek naar de concentratie van koper in nieuwe binnenleidingen waarin het drinkwater enige tijd had stilgestaan. Daarbij is ook in een meting gekeken naar de afname van de koperconcentratie bij het doorspoelen van de kraan. Uit die meting bleek dat een halve minuut doorspoelen de koperconcentratie substantieel doet verminderde (van 4,8 naar 0,6 mg/l).

### 3.3.3 *Flesvoeding*

In woningen waar nog loden leidingen aanwezig zijn, is het raadzaam om flesvoeding voor baby's te bereiden met verpakt water. Hiermee wordt loodblootstelling voorkomen. Ook wordt door drinkwaterbedrijven (in alle woningen) aangeraden om flesvoeding te bereiden met koud kraanwater, omdat daarin minder metalen oplossen dan in warm tapwater.

## 4 Concluderende beschouwing

De laatste decennia is in Nederland de blootstelling aan lood steeds verder teruggedrongen. Dit geldt zowel voor de blootstelling via de lucht als die via het drinkwater. De belangrijkste blootstellingsroute is momenteel de voeding. Voor kinderen, de risicogroep voor gezondheidseffecten van lood, draagt de inname van lood via drinkwater voor ongeveer 7 procent bij aan de belasting via voeding. Lokaal kan deze bijdrage hoger zijn doordat zich nog loden leidingen in oude woningen bevinden, of in nieuwe woningen lood wordt afgegeven door nieuwe leidingen of (legeringen in) nieuwe kranen.

Recent is in Europees verband de eerder vastgestelde toegestane dagelijkse/wekelijkse inname (TDI/PTWI) aan lood verlaten, omdat op basis van een nieuwe analyse van de epidemiologische gegevens geen drempel kan worden aangegeven voor schadelijke effecten. Er wordt vooralsnog geen aanpassing voorzien van de Europese drinkwaternormen, waaronder de norm voor lood van 10 µg/l, die gebaseerd is op de PTWI. In diverse Europese landen blijkt deze norm al moeilijk te realiseren. In Nederland is de gemiddelde concentratie lood in het drinkwater ruim lager dan de drinkwaternorm. Omdat de gemiddelde bijdrage aan de loodblootstelling via het drinkwater beperkt is, en hoge concentraties in drinkwater voornamelijk in specifieke lokale situaties worden gevonden, lijkt het nemen van preventieve maatregelen in die situaties meer te kunnen bijdragen aan verdere risico-reductie dan verdere verlaging van de drinkwaternorm.

Momenteel is niet bekend hoeveel procent van de bevolking bekend is met loodproblematiek en de te nemen preventieve maatregelen. De GGD kan een rol spelen in het onder de aandacht brengen van deze maatregelen. Immers, elke verhoogde loodblootstelling dient op basis van de recente Europese evaluatie, als ongewenst beschouwd te worden. In specifieke gevallen kan deze blootstelling door eenvoudige maatregelen beperkt worden.

De effectiviteit van het nu (door drinkwaterbedrijven) gecommuniceerde doorspoeladvies in nieuwbouwwoningen is niet duidelijk. Zowel de termijn (drie maanden) als de duur (enkele minuten) zijn niet uitgebreid geëvalueerd. De komende jaren wordt er binnen de regeling 'materialen en chemicaliën in contact met drink- en warmtapwater' structureel aandacht besteed aan de kwaliteit van metalen kranen en de (duur) van de afgifte van metalen. Doel is om te komen tot een certificaat voor kranen die voldoen aan eisen vanuit de volksgezondheid. Op het moment dat het certificaat beschikbaar is, kan het kopen van een 'goedgekeurde' kraan worden toegevoegd aan de preventieve maatregelen.

## 5 Referenties

ATSDR (2007) Toxicological profile for Lead. Augustus 2007.

<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=96&tid=22> (Geraadpleegd op 22-05-2012)

Baars, A.J., Theelen, R.M.C., Janssen, P.J.C.M., Hesse, J.M., van Apeldoorn, M.E., Meijerink, M.C.M., Verdam, L., Zeilmaker, M.J. Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. RIVM Rapport 711701025/2001

Boon, PE Biesebeek JD te, Donkersgoed, G van (2010) Exposure assessment of lead through the diet in the Netherlands. RIVM Letter report 12531A00, d.d. 26 October, 2010

Boon, PE Biesebeek JD, Sioen, I Huybrechts, I Moschandreas, J Ruprich, J, Turrini, A Azpiri, M Busk, L Christensen, T Kersting, M Lafay, L Liukkonen, K-H Papoutsou, S Serra-Majem, L Traczyk, I Henauw, S de Klaveren, JD van (2012) Long-term dietary exposure to lead in young European children: comparing a pan-European approach with a national exposure assessment. *Food Additives and Contaminants* (In press)

CBS, PBL, Wageningen UR (2011). [Zwaremetalenconcentraties, 1990-2010](#) (indicator 0486, versie 09, 13 september 2011).

www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0486-Zwaremetalenconcentraties.html?i=14-66> (Geraadpleegd op 22-05-2012)

Drinkwaterbesluit (2011) Staatsblad 2011, 293.

EFSA. Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). EFSA Journal 2010; 8 (4) 1570.

Ettinger, A Hu, H Hernandez-Avila, M. (2007) Dietary calcium supplementation to lower blood lead levels in pregnancy and lactation, *The Journal of Nutritional Biochemistry* 18, (iss 3), pp. 172-178

Eubig PA, Aguiar A, Schantz SL. Lead and PCBs as Risk Factors for Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Environ Health Perspect* 118:1654–1667 (2010).

Gezondheidsraad (1997). Lood in drinkwater. Publicatienummer 1997/7.

Gomaa, A, Hu, H, Bellinger, D, Schwartz, J, Tsaih, S-W, Gonzalez-Cossio, T Schnaas, L, Peterson, K, Aro, A, Hernandez-Avila, M (2002) Maternal Bone Lead as an Independent Risk Factor for Fetal Neurotoxicity: A Prospective Study. *Pediatrics* **110** No. 1 July 2002

Hu H, Téllez-Rojo MM, Bellinger D, Smith D, Ettinger AS, Lamadrid-Figueroa H, Schwartz J, Schnaas L, Mercado-García A, Hernández-Avila M: Fetal lead exposure at each stage of pregnancy as a predictor of infant mental development. *Environmental Health Perspectives* 2006 Nov;114(11):1730-5.



JECFA, 2010. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Seventy-third meeting Geneva, 8-17 June 2010 Summary and conclusions. Issued 24 June 2010.

JECFA (2011) Evaluation Of Certain Food Additives And Contaminants. Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series no. 960.  
[http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO TRS 960 eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_960_eng.pdf) (Geraadpleegd op 23-08-2012)

Kennedy DA, Woodland C, Koren G. Lead exposure, gestational hypertension and pre-eclampsia: A systematic review of cause and effect. J Obstet Gynaecol. 2012 Aug;32(6):512-7.

Knobeloch L, Schubert C, Hayes J, Clark J, Fitzgerald C, Fraundorff A. Gastrointestinal Upsets and new copper plumbing. Is there a connection? Wisconsin Medical Journal 1998: 97 (1) 49-53.

Mennen M.G., van Putten E.M., Krystek P (2004). Immissie-, gewas en depositieonderzoek in de omgeving van Van Voorden gieterij te Zaltbommel RIVM Rapport 609021027

Oomen AG, PJCM Janssen, JCH van Eijkeren, MI Bakker, AJ Baars (2007) Cadmium in de Kempen: een integrale risicobeoordeling. RIVM rapport nr. 320007001,

Peeters E.L., Burdorf A., Roeloffzen A.B. Determinanten van loodconcentraties in bloed van Rotterdamse kinderen (2009). TSG jaargang 97 nummer 4: 168-175.

Schnaas L, Rothenberg SJ, Flores MF, Martinez S, Hernandez C, Osorio E, Velasco SR, Perroni E: Reduced intellectual development in children with prenatal lead exposure. Environmental Health Perspectives 2006 May;114(5):791-7.

Schepers W & de Wildt R, m.m.v. Schulenberg R & Schijf A: *Evaluatie regeling sanering loden drinkwaterleidingen*. RIGO Research en Advies rapport 94700, januari 2007; in opdracht van Ministerie van VROM/DGM.

E. Schols ed. (2009). De invloed van Corus op de luchtkwaliteit in de leefomgeving. Deelrapport 1 in de reeks rapporten over de invloed van uitstoot van Corus op de omgeving. RIVM-rapport 609021079

Slaats N, Blokker M en Versteegh A. Eerste inventarisatie van gemeten concentraties lood, koper, nikkel en chroom in drinkwater. H2O/3-2008.

Staatscourant (2011). Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu van 14 juni 2011, nr. BJZ2011046947 houdende nadere regels met betrekking tot enige onderwerpen inzake de voorziening van drinkwater, warm tapwater en huishoudwater (Drinkwaterregeling). Staatscourant nr. 10842, 27 juni 2011

Versteegh JFM, Boshuis-Hilverdink ME. Communicatie over drinkwaterkwaliteit in nieuwbouwwoningen. RIVM Rapport 703719059/2010

Versteegh J.F.M., Dik H.H.J (2009), De kwaliteit van drinkwater in Nederland in 2008. Publicatienummer: VROM 7275. RIVM Rapport 703719 046

Versteegh J.F.M., Dik H.H.J (2010). De kwaliteit van drinkwater in Nederland in 2009. VI-2010-21. RIVM Rapport 703719065

Versteegh J.F.M., Dik H.H.J (2011). De kwaliteit van drinkwater in Nederland in 2010. VI-2011-119. RIVM Rapport 703719081

VMM, LOGO, Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid, 2012.

<http://www.medischmilieukundignetwerk.be/defaultSubsite.aspx?id=29708&terms=loden+leidingen> (geraadpleegd op 1 mei 2012)

WHO (1995). Inorganic lead. WHO/EHC 165.

WHO (1996). Guidelines for Drinking-water Quality. Second edition Volume 2.

WHO (2008). Guidelines for drinking-water quality. Vol. 1, 3rd edition incorporating 1st and 2nd addenda

WHO (2011). Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth edition.

Wijnen van JH, Slob R, Jongmans-Liedekerken G, Weerdt van de DHJ, Woudenberg F. Concentraties lood in het bloed van jonge kinderen in Nederland. Ned. Tijdsch. Geneeskd 1996;140(29):1508-12.

Wuijts S , Slaats PGG , Versteegh JFM , Meerkerk MA. Drinkwaterkwaliteit in nieuwbouwwoningen. RIVM Rapport 703719023/2007

## BIJLAGE A: Relatie tussen lood-in-bloed en IQ (EFSA)

In deze bijlage wordt de EFSA evaluatie uit 2010 samengevat. Deze evaluatie heeft ertoe geleid dat de EFSA de TDI van 3,6 µg/kg lg/dag heeft teruggetrokken.

*Wat is nieuw in het EFSA advies ten opzichte van eerdere beoordelingen?*

### Blootstelling via voeding

- Nieuwe gegevens over loodinnname via voedsel in 19 Europese landen wijzen erop dat volwassenen op dit moment naar schatting gemiddeld 0,36-1,24 µg/kg lg/dag lood binnenkrijgen, baby's gemiddeld 0,21 tot 0,63 µg/kg lg/dag, kinderen van 1-3 jaar 1,1 tot 3,1 µg/kg lg/dag en kinderen van 4 tot 7 jaar 0,8 tot 2,61 µg/kg lg/dag. Voor Nederland is door het RIVM naar aanleiding van het EFSA-advies nader gekeken naar de loodinnname door kinderen via voedsel en drinkwater. Het resultaat van die aanvullende analyse was dat kinderen van 2-3 jaar tot 1,0 µg/kg lg/dag (95 percentiel) binnen krijgen via voedsel en drinkwater en kinderen van 4-6 jaar tot 0,83 µg/kg lg/dag (95 percentiel).

### Effecten en relatie met blootstelling

- De neurologische schade bij kinderen is gemeten als een afname in IQ in daarvoor bestemde testen. De EFSA heeft op basis van de beschikbare gegevens een dosis-reponsmodellering laten uitvoeren van de relatie van lood-in-bloedwaarden bij kinderen van 4-12 jaar oud met daling van het IQ<sup>7</sup>.
- De gegevens wijzen erop dat het effect relatief sterker is bij de lagere loodbloedconcentraties (steilere dosis-responscurve beneden 100 µg Pb/liter in bloed).
- In de epidemiologische onderzoeken bij kinderen waarin neurologische effecten werden gevonden, varieerden de loodgehalten in bloed van zo'n 20 µg/liter tot ruim boven 100 µg/liter (5<sup>e</sup> tot 95<sup>e</sup> percentiel 25 – 332 µg/liter).
- Het resultaat van de modellering door EFSA is een Benchmark Dose Level (BMDL)<sup>8</sup> voor 1 procent effect (daling van één IQ-punt) van 12 µg Pb/liter. Deze lood-in-bloedwaarde van 12 µg/liter komt overeen met een inname van lood van 0,5 µg/kg lg/dag (bij kinderen van 6 jaar).
- EFSA koos een IQ-verlies van één punt mede omdat een dergelijke verlaging al van invloed geacht wordt op uiteindelijke socioeconomische status en arbeidsproductiviteit.

### Conclusie van het Panel van de EFSA

- Bij de huidige loodblootstelling in Europa is het risico voor effecten op hart en vaten en nieren van volwassenen laag tot verwaarloosbaar. Voor baby's, kinderen en zwangere vrouwen echter is er mogelijk een effect op de ontwikkeling van het zenuwstelsel.

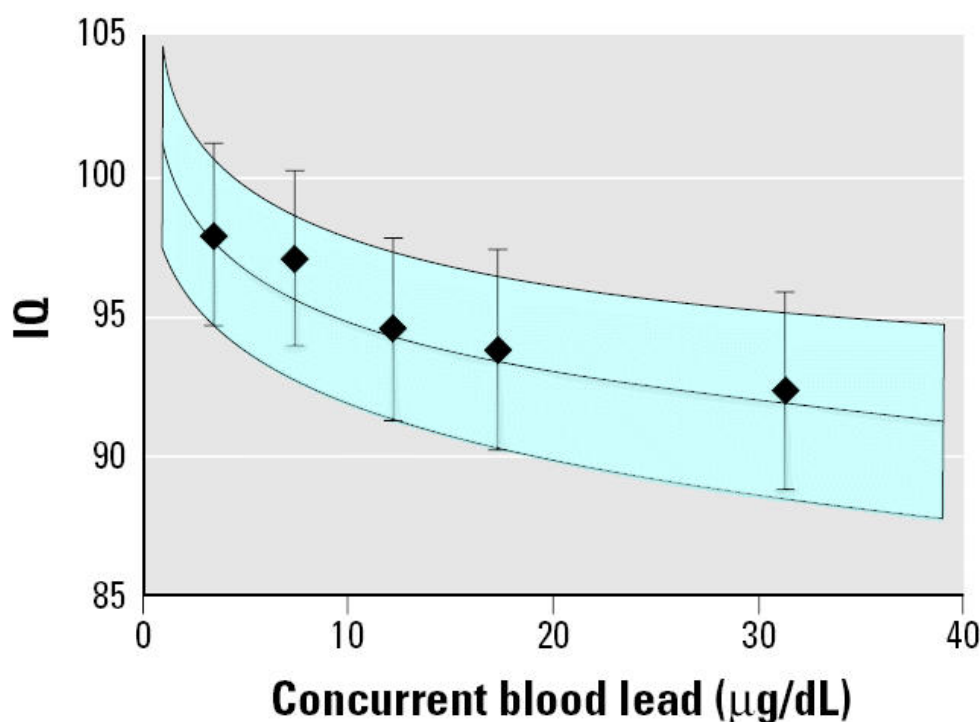
<sup>7</sup> Het neurologische effect wordt gemeten als een daling in IQ. De meting van IQ is een gestandaardiseerde, praktisch bruikbare test voor meting van cognitieve prestaties. De test is niet bedoeld voor het meten van schade aan het zenuwstelsel en geeft daarom geen informatie over de aard van de mogelijke onderliggende schade aan het zenuwstelsel.

<sup>8</sup> De BMDL is de statistische 95% betrouwbaarheidsondergrens van de dosis die een gekozen percentage effect heeft (in dit geval 1%) volgens het gebruikte dosis-responsmodel. De werkwijze van het afleiden van de BMDL is een gebruikelijke methode in de normstelling. Het voordeel van de BMDL-methode is dat de statistische betrouwbaarheid van de beschikbare data wordt meegenomen in de normvaststelling.

- De epidemiologische gegevens zoals op dit moment beschikbaar wijzen op schadelijke effecten op het zich ontwikkelende zenuwstelsel bij lood-in-bloedwaarden beneden 100  $\mu\text{g/liter}$ . Op basis van de data is geen drempelwaarde aan te tonen waaronder geen relevante effecten op het IQ meer optreden. Een daling van één IQ punt kan volgens de EFSA optreden bij een lood-in-bloedwaarde van 12  $\mu\text{g/liter}$ . Voor lood in voeding komt dit overeen met een inname van 0,5  $\mu\text{g/kg lg/dag}$ . De gemiddelde huidige loodblootstelling voor Europese kinderen tot 7 jaar ligt boven deze waarde. Dit betekent dat in deze groep een effect niet uit te sluiten is. Voor zwangere vrouwen (in utero blootstelling) geldt hetzelfde.

De JECFA (JECFA, 2010) volgt in zijn laatste advies de EFSA.

Onderstaande figuur geeft voor verschillende lood in bloed waarden de bijbehorende dalingen in IQ-waarde. Wat er precies gebeurt bij lage lood-in-bloedwaarden (groveweg van 10 tot 50 of 75  $\mu\text{g/liter}$ ) is niet met zekerheid te zeggen. Lanphear et al (2005) (de meta-analyse waarvan EFSA gebruik maakt) komen tot de eindconclusie dat er bij lood-in-bloedwaarden beneden 75  $\mu\text{g/liter}$  een schadelijk effect is op intellectuele prestatie (**let op**: in de figuur wordt de lood-in-bloedwaarde in **dl** weergegeven). Dit betekent dat er onzekerheid blijft over dat lage gebied.



Figuur B1. De relatie tussen lood-in-bloedwaarde en het IQ (Bron; EFSA 2010)

In de stukken van EFSA en JECFA staat een aantal uitspraken waarin lood-in-bloedwaarden aan een bepaalde IQ daling worden gekoppeld. In de volledige rapportage zoals inmiddels gepubliceerd in JECFA (2011), worden uitkomsten van berekeningen met twee modellen gepresenteerd. Deze uitkomsten wijken onderlings enigszins af. Een combinatie van beide modellen associeert een inname van 0,8  $\mu\text{g/kg lg/dag}$  met een IQ daling van 0,5 punten. Een dergelijke IQ daling beschouwt JECFA als verwaarloosbaar. Het bilineaire model, dat JECFA van de beide iets geschikter acht, koppelt een wat lagere dagelijkse inname van 0,3  $\mu\text{g/kg lg/dag}$  aan een IQ daling van 0,5 punt. De combinatie van de beide

modellen berekent een inname van 3,1 µg/kg lg/dag als geassocieerd met een daling van 3 IQ punten. Een dergelijke daling beschouwt de JECFA als 'of concern'. Het bilineaire model geeft al bij een dagelijkse inname van 1,9 µg/kg lg/dag een IQ daling van 3 punten. Concluderend geeft JECFA aan dat bij de oude PTWI van 25 µg/kg lg/dag rekening moet worden gehouden van een IQ verlies van minimaal 3 punten. Zoals hierboven beschreven geeft de EFSA aan dat een lood-in-bloedwaarde van 12 µg/liter overeen komt met een inname van lood van 0,5 µg/kg lg/dag (bij kinderen van 6 jaar).

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)