



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

Loodinname via kraanwater

Blootstellingsschatting en risicobeoordeling
voor diverse risicogroepen

RIVM Briefrapport 2019-0090
P.E. Boon et al.



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

Loodinname via kraanwater

Blootstellingschatting en risicobeoordeling
voor diverse risicogroepen

RIVM Briefrapport 2019-0090
P.E. Boon et al.

Colofon

© RIVM 2019

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.

DOI 10.21945/RIVM-2019-0090

P.E. Boon (auteur), RIVM
M. van der Aa (auteur), RIVM
A. Dusseldorp (auteur), RIVM
P. Janssen (auteur), RIVM
M.J. Zeilmaker (auteur), RIVM
S. Schulpen (auteur), RIVM

Contact:
Centrum gezondheid en Milieu
cgm@rivm.nl

Dit onderzoek is verricht in opdracht van het Programmacollege Gezondheid en Milieu en is gefinancierd door het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) in het kader van project V/200117: Ondersteuning van GGD'en.

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Loodinname via kraanwater

Blootstellings- en risicobeoordeling voor diverse risicogroepen

Mensen kunnen via kraanwater lood binnenkrijgen. Dit is vooral het geval bij oude huizen die nog loden waterleidingen hebben. Ook kan in huizen met nieuwe leidingen en kranen die nog niet goed zijn doorgespoeld, tijdelijk meer lood in het kraanwater zitten. Het RIVM heeft berekend dat kraanwater in deze situaties een grote bijdrage kan leveren aan de totale dagelijkse blootstelling aan lood via voedsel en water. Voor baby's die flesvoeding krijgen met kraanwater uit deze leidingen kan die bijdrage oplopen tot 80 procent. Bewoners krijgen in deze situaties meer lood binnen dan wat als veilig wordt beschouwd.

Bewoners van oude huizen met loden waterleidingen kunnen hun blootstelling aan lood verlagen door oude loden leidingen te laten vervangen. Bewoners van huizen met nieuwe leidingen en/of kranen wordt aangeraden het doorspoeladvies op te volgen. Blootstelling aan lood kan een negatief effect hebben op het IQ van kinderen. Bij volwassenen kan het een grotere kans op nierziekten of een hogere bloeddruk geven.

Het RIVM heeft berekend wat vier risicogroepen (het ongeboren kind, flesgevoede baby's, kinderen tot 7 jaar, en volwassenen) aan lood kunnen binnenkrijgen. Omdat mensen ook via voedsel worden blootgesteld aan lood, is deze bron ook meegenomen in de berekeningen. De berekende totale inname is ten slotte vergeleken met de grenswaarde, waarboven schadelijke effecten kunnen optreden.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) als ondersteuning van de GGD'en. GGD'en zullen de onderzoekresultaten en conclusies gebruiken om met relevante partners één duidelijke voorlichtingsboodschap te maken.

Kernwoorden: lood, kraanwater, voedsel, flesvoeding, baby's, kinderen, blootstelling

Synopsis

Lead ingestion via tap water

Exposure and risk assessment for various high-risk groups

People can ingest lead via tap water. This is particularly true in old houses that still have lead water pipes. More lead can also be temporarily present in tap water in houses with new pipes and taps that have not yet been adequately flushed out. RIVM has calculated that in these situations, tap water can contribute a large part of the total daily exposure to lead through food and water. For babies who are bottle-fed with infant milk made with tap water from these pipes, tap water can contribute as much as 80% of the total exposure. In these situations, residents have a higher exposure to lead than may be considered as safe.

Residents of old houses with lead water pipes can reduce their exposure to lead by replacing old lead pipes, and residents of houses with new pipes and taps by flushing new taps and pipes as recommended. Exposure to lead can have a negative effect on the IQ of children. In adults, it can increase the likelihood of kidney diseases or high blood pressure.

For this study, RIVM calculated the exposure to lead for four high-risk groups (unborn child, bottle-fed infants, children up to the age of 7, and adults). As people are also exposed to lead via the food they eat, this source was also included in the calculations. The calculated total intake was compared with a limit value above which harmful effects can occur.

This study was performed in order of the Ministry of Health, Welfare and Sports to support the Municipal Public Health Services. These services, in collaboration with relevant partners, will use the calculations and conclusions to draft a clear information message.

Keywords: lead, tap water, food, bottle-feeding, infants, children, exposure

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 13

- 1.1 Aanleiding — 13
- 1.2 Doel en vraagstellingen — 14
- 1.3 Werkwijze — 15

2 Loodconcentraties in kraanwater — 17

- 2.1 Historie lood in kraanwater — 17
- 2.2 Huidige situatie — 17
 - 2.2.1 Loodconcentratie in veel voorkomende situaties (basisscenario) — 17
 - 2.2.2 Oude woningen met loden waterleidingen (hoge scenario) — 18
 - 2.2.3 Woningen met nieuwe (onderdelen van) leidingen en kranen — 18
- 2.3 Drinkwaternormen — 18
- 2.4 Loodconcentraties meegenomen in de innameberekeningen — 19

3 Gezondheidseffecten van lood — 21

- 3.1 'Benchmark doses' — 21
- 3.2 Verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel — 22
 - 3.2.1 Jonge kinderen van 0 t/m 7 jaar — 22
 - 3.2.2 Ongeboren kind — 22
- 3.3 Effecten op de nieren, volwassenen — 22
- 3.4 Effecten op het cardiovasculaire systeem, volwassenen — 23
- 3.5 Risicogroepen waarvoor de inname is berekend — 23
- 3.6 Risicobeoordeling loodinname — 23
 - 3.6.1 Risicobeoordeling op basis van de 'margin of exposure' — 23
 - 3.6.2 Risicobeoordeling op basis van gemiddelde effectgrootte — 24

4 Innameberekening — 25

- 4.1 Inleiding — 25
- 4.2 Flesgevoede zuigelingen tot 4 maanden — 26
- 4.3 Kinderen van 2 t/m 6 jaar, vrouwen in de vruchtbare leeftijd en volwassenen — 27
 - 4.3.1 Consumptie van kraanwater — 28
 - 4.3.2 Innameberekening van lood via voedsel en drinkwater — 29
 - 4.3.3 Bijdrage van kraanwater aan de totale inname van lood — 30
 - 4.3.4 Onzekerheden in de berekende loodinnamen — 31

5 Kwantificering risico's voor berekende innamen — 33

- 5.1 Inleiding — 33
- 5.2 MOE berekeningen — 33
- 5.3 Berekening effectgrootten — 34

6 Conclusies, kennishiaten en aanbevelingen — 37

- 6.1 Antwoord op de vier vragen — 37
- 6.2 Kennishiaten — 38
- 6.3 Aanbevelingen — 39

Dankwoord — 41

Literatuur – 43

Bijlage A. Huidige adviezen – 47

Bijlage B. GGD Projectgroep Lood in drinkwater – 49

**Bijlage C. Doorrekening scenario's voor de (toekomstige)
Europese norm – 50**

**Bijlage D. Consumptie van flessenvoeding gedurende de eerste
4 maanden van het leven – 53**

**Bijlage E. Onderbouwing berekeningen van de
effectgrootten – 54**

Samenvatting

De mens wordt al eeuwenlang blootgesteld aan lood via voedsel, drinkwater (kraan- en flessenwater), huisstof en (verontreinigde) bodem. De schadelijkheid van lood voor de gezondheid is ook al lang bekend en er zijn maatregelen genomen om de blootstelling te beperken, zoals het gebruik van loodvrije benzine en verf die minder of geen lood bevat, en door het vervangen van loden drinkwaterleidingen buiten de woning ('tot de voordeur') door de drinkwaterbedrijven. De blootstelling aan lood is daardoor de laatste decennia flink verminderd. Sinds 1960 mogen er geen geheel loden drinkwaterleidingen meer worden aangelegd. Vanaf dat moment zijn bestaande loden leidingen geleidelijk aan vervangen. Bij particulieren ('achter de voordeur') kunnen echter in oude woningen nog loden drinkwaterleidingen aanwezig zijn. Ook kan er in huizen met nieuwe leidingen en/of kranen, die nog niet goed zijn doorgespoeld, tijdelijk meer lood in het kraanwater zitten. Uit wetenschappelijk onderzoek is duidelijk geworden dat lood bij een relatief lage blootstelling bij kinderen effect kan hebben op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel en kan leiden tot een lagere Intelligentie Quotiënt (IQ). Bij volwassenen zijn negatieve effecten van lood op de nieren en de systolische bloeddruk (= bovendruk) de meest gevoelige.

Vraag aan het RIVM

De Gemeentelijke Gezondheidsdiensten (GGD'en) vinden het belangrijk om de blootstelling aan lood voor risicogroepen zoveel mogelijk te beperken. Drinkwater is een van de blootstellingsroutes, die individueel is te beïnvloeden. Momenteel is er een aantal adviezen in omloop om een eventueel te hoge loodopname via drinkwater te verminderen, zoals het direct voor gebruik doorspoelen van drinkwaterleidingen of het gebruiken van flessenwater voor het bereiden van flessenvoeding voor zuigelingen. Deze adviezen zijn samengevat in een toolkit voor publieksinformatie (RIVM, 2015). Over de precieze doelgroep, bijvoorbeeld tot welke leeftijd bepaalde adviezen gelden, bestaan vraagtekens. Daarnaast is onduidelijk voor welke groepen de loodopname door de consumptie van drinkwater zodanig verhoogd is dat een advies (weer) onder de aandacht moet worden gebracht.

De GGD'en hebben het RIVM gevraagd om vast te stellen of er risicogroepen zijn betreffende lood in kraanwater en voor deze groepen een blootstellingsschatting en risicobeoordeling uit te voeren. Met deze informatie willen de GGD'en, in samenspraak met de drinkwaterbedrijven, een eenduidige voorlichtingsboodschap opstellen om de blootstelling aan lood via kraanwater in risicogroepen te verminderen.

Risicogroepen

Als eerste zijn de potentiële risicogroepen gedefinieerd op basis van een mogelijk verhoogde gevoeligheid voor lood. In 2010 heeft de Europese Voedselveiligheidsautoriteit (European Food Safety Authority; EFSA) drie kritische effecten van een langdurige blootstelling aan lood vastgesteld (EFSA, 2010) voor verschillende risicogroepen:

- Verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij kinderen van 0 t/m 7 jaar en bij het ongeboren kind via blootstelling van de moeder;
- Verhoogd risico op chronische nierziekte bij volwassenen;
- Verhoogd risico op toename systolische bloeddruk bij volwassenen.

Binnen de risicogroep jonge kinderen vormen de flesgevoede zuigelingen een specifieke groep. Deze kinderen, die alleen flessenvoeding krijgen, hebben een verhoogde blootstelling aan lood via drinkwater, omdat bijna 90% van hun voeding uit drinkwater bestaat. De berekeningen zijn dus voor vier risicogroepen uitgevoerd.

Blootstellingsscenario's

Om te bepalen in welke situaties en voor welke groepen de inname van lood via kraanwater substantieel bijdraagt aan de inname van lood via voedsel en drinkwater, is in dit onderzoek de inname van lood en de bijdrage van kraanwater berekend in twee scenario's:

1. Basisscenario: gemiddelde loodconcentratie in kraanwater in Nederland van afgerond 1 µg/L;
2. Hoge scenario: loodconcentratie in kraanwater van 35 µg/L.

De loodconcentratie in het hoge scenario is een gemiddelde loodconcentratie in kraanwater afkomstig van (deels) loden waterleidingen. Deze concentratie is ook gebruikt voor woningen met nieuwe onderdelen van kranen en/of leidingen, waar de loodafgifte verhoogd kan zijn als deze kranen en/of leidingen in de eerste 6 maanden nog niet goed zijn doorgespoeld (Wuijts et al., 2007). Voor deze woningen waren geen meetgegevens beschikbaar voor een realistische schatting van de loodconcentratie in kraanwater in de eerste 6 maanden. Ondanks dat een mogelijk verhoogde blootstelling aan lood in deze situatie tijdelijk is, kan er een risico zijn voor de meest gevoelige groepen, zoals kinderen.

Bijdrage van kraanwater in de twee scenario's

De bijdrage van kraanwater aan de inname van lood via voedsel en drinkwater varieerde van 2% voor kinderen van 2 t/m 6 jaar tot 10% voor flesgevoede zuigelingen (tot 4 maanden) in het basisscenario. In het hoge scenario liep de bijdrage van kraanwater op tot (bijna) 80% in flesgevoede zuigelingen en volwassenen met een hoge loodinname (een inname groter of gelijk aan het 95^{ste} percentiel).

Risicobeoordeling

In het basisscenario (1 µg/L) kan een risico op een verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij flesgevoede kinderen, jonge kinderen en het ongeboren kind door de inname van lood via voedsel en drinkwater niet worden uitgesloten. Echter, de bijdrage van kraanwater aan deze inname is zo laag dat de inspanning die nodig is voor verdere verlaging van lood in kraanwater in dit scenario niet in verhouding staat tot de relatief kleine afname van de totale loodinname. De concentratie van lood in flessenwater (als alternatief voor kraanwater) is bovendien vergelijkbaar met dat in kraanwater (1 µg/L). Daarnaast is het onnodig gebruik van flessenwater uit het oogpunt van duurzaamheid niet wenselijk. Het risico op chronische nierziekte of

verhoging van de systolische bloeddruk in volwassenen is in het basisscenario zeer laag.

In woningen waar nog loden waterleidingen aanwezig zijn, is de blootstelling aan lood sterk verhoogd ten opzichte van het basisscenario. De loodinname is zo hoog dat het risico op een verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij het ongeboren kind en jonge kinderen niet kan worden uitgesloten. Dit geldt ook voor het risico op chronische nierziekte en een verhoogde systolische bloeddruk bij volwassenen. Aangezien kraanwater in deze situatie substantieel bijdraagt aan de totale blootstelling aan lood zou een advies over het drinken van 'schoner' water zeker bijdragen aan een verlaging van de loodinname. Het risico op een effect van een te hoge loodinname kan ook niet worden uitgesloten voor de meest gevoelige groepen woonachtig in woningen met nieuwe leidingen en/of kranen als deze in de eerste 6 maanden niet goed zijn doorgespoeld.

Hoe verder?

De GGD'en zullen de berekeningen en conclusies in dit rapport gebruiken om met relevante partners in een expertbijeenkomst een eenduidige voorlichtingsboodschap op te stellen, gericht op de risicogroepen waar een verlaging van de blootstelling aan lood via kraanwater zinvol en mogelijk is.

1 Inleiding

Lood komt van nature voor in de bodem en wordt al sinds de klassieke oudheid gebruikt door de mens. In de Romeinse tijd werd het gebruikt in drinkbekers. In de 19e en 20e eeuw waren lood in verf (loodwit, loodmenie) en in materialen voor dakbedekking belangrijke toepassingen. De grootste bron voor verspreiding van lood in het milieu in de 20e eeuw was gebruik van organisch lood in benzine. Het stopzetten van dit gebruik (officieel verbod in de EU in het jaar 2004) heeft geleid tot een aanzienlijke vermindering van loodconcentraties in het milieu. Een andere toepassing van lood was in drinkwaterleidingen. De aanleg hiervan is sinds 1960 niet meer toegestaan, maar er zijn nog steeds woningen waarin loden waterleidingen aanwezig zijn. Als gevolg van de grootschalige toepassing van lood in het verleden is het metaal nog steeds een belangrijke contaminant in diverse milieucompartimenten. Menselijke blootstelling aan lood vindt in de huidige tijd vooral plaats via voedsel, drinkwater, huisstof en (verontreinigde) bodem.

De verlaging van de loodconcentraties in het milieu heeft geleid tot een afname van de blootstelling aan lood. Deze afname komt tot uiting in de loodconcentratie in bloed (lood-in-bloedwaarde). De lood-in-bloedwaarde is een goede maat voor de totale blootstelling aan lood. Tussen 1992 en 2005 is de lood-in-bloedwaarde in Rotterdam – en waarschijnlijk ook in andere binnensteden – afgenomen met 70%: van circa 75 naar 15 t/m 20 µg/L (Peeters et al., 2009). In 2005 werd de lood-in-bloedwaarde vooral gecorreleerd aan de loodconcentratie in de bodem, het bouwjaar van de woning en de aanwezigheid van loden waterleidingen. Naar verwachting is de loodblootstelling sinds 2005 nog verder afgenomen; een aanwijzing daarvoor komt uit metingen van lood-in-bloedwaarden in Vlaanderen (België; biomonitoringscampagne 2007-2011): gemiddeld 11 µg/L (GR, 2014).

1.1 Aanleiding

Lood kan bij een lage blootstelling al effect hebben op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij jonge kinderen van 0 t/m 7 jaar (EFSA, 2010). Bij jonge kinderen vanaf 4 jaar is dit meetbaar als een lager Intelligentie Quotiënt (IQ). Het effect van lood op het centraal zenuwstelsel kan ook optreden bij het ongeboren kind. Daarnaast blijkt lood in volwassenen een nadelig effect te hebben op de nieren en de systolische bloeddruk (EFSA, 2010). Voor al deze effecten geldt dat ze een gevolg zijn van diffuse blootstelling aan lood (uit diverse bronnen), die kan leiden tot langdurige verhoging van de lood-in-bloedwaarde (chronische blootstelling).

De GGD'en vinden het belangrijk om de blootstelling aan lood waar mogelijk te beperken. Voor de blootstelling aan lood via verontreinigde bodem hebben zij daartoe een advies opgesteld (GGD GHOR, 2016). Voor kraanwater zijn enkele adviezen in omloop voor situaties waarin lood aanwezig kan zijn in (onderdelen) van het drinkwaterleidingsstelsel, zoals het advies over het doorspoelen van

waterleidingen voor gebruik of het gebruiken van flessenwater voor de bereiding van flessenvoeding voor zuigelingen. Deze adviezen zijn vermeld in een informatieblad voor de GGD'en uit 2012 (Dusseldorp et al., 2012; zie ook Bijlage A). Over de precieze doelgroep, bijvoorbeeld tot welke leeftijd gelden bepaalde adviezen, en inhoud van deze adviezen over kraanwater zijn nog wat vraagtekens. De GGD'en willen graag een eenduidige voorlichtingsboodschap opstellen om de blootstelling via kraanwater in risicogroepen te beperken. Een dergelijke boodschap ontbreekt momenteel.

In 2010 heeft de Europese Voedselveiligheidsautoriteit (European Food Safety; EFSA) een risicobeoordeling van lood uitgevoerd en geconcludeerd dat de tot dan geldige gezondheidskundige grenswaarde (de 'Provisional Tolerable Weekly Intake'; PTWI) voor lood van 25 µg/kg lichaamsgewicht per week niet langer als veilig beschouwd kan worden (EFSA, 2010). EFSA heeft in plaats daarvan diverse BMDL's ('benchmark dose lower confidence limits') afgeleid, die kunnen worden gebruikt als referentiepunt in de risicobeoordeling (zie hoofdstuk 3). Naar aanleiding van deze risicobeoordeling heeft de Europese Commissie voorgesteld om de loodnorm in de nieuwe Europese Drinkwaterrichtlijn te halveren naar 5 µg/L. Deze concentratie zou 15 jaar nadat de nieuwe richtlijn in werking treedt bereikt moeten zijn. Het formuleren van een eenduidige voorlichtingsboodschap is daarmee extra actueel.

De GGD'en hebben het RIVM gevraagd om vast te stellen of er risicogroepen zijn betreffende lood in kraanwater en om voor deze groepen een blootstellingschatting en risicobeoordeling uit te voeren.

1.2 Doel en vraagstellingen

Deze studie beschrijft een risicobeoordeling van de blootstelling aan lood vanuit kraanwater voor verschillende risicogroepen in Nederland. Voor het werkveld is deze informatie belangrijk om een goede, eenduidige voorlichtingsboodschap te kunnen uitdragen over het gebruik van kraanwater waarin verhoogde concentraties van lood aanwezig kunnen zijn.

Specifiek zijn de volgende vragen beantwoord:

1. Welke concentraties van lood in kraanwater zijn te verwachten in veel voorkomende situaties (basisscenario) en in woningen met loden waterleidingen of met nieuwe waterleidingen en/of kranen (hoge scenario)?
2. Wat zijn de kritische gezondheidseffecten voor verhoogde blootstelling aan lood en aan welke waarden kan dit worden getoetst?
3. Wat is per risicogroep de bijdrage van kraanwater aan de totale loodinnname via voedsel en drinkwater, bij de verschillende concentraties lood in kraanwater?
4. Wat zijn op grond van de berekeningen de risicogroepen waarvoor het van belang is de blootstelling aan lood via kraanwater te reduceren?

1.3 Werkwijze

Een primaire bron voor de inname van lood is voedsel, zoals berekend in een RIVM-studie uit 2017 naar de inname van lood in Nederland (Boon et al., 2017). Om de bijdrage te bepalen van kraanwater aan de inname van lood, is de totale blootstelling aan lood via voedsel en drinkwater berekend bij verschillende concentraties van lood in kraanwater. De grootte van de bijdrage van kraanwater bepaalt of adviezen over kraanwater kunnen zorgen voor een zinvolle vermindering van de inname van lood. Bij de berekeningen is uitgegaan van deze RIVM-studie (Boon et al., 2017).

Voor de risicobeoordeling is als eerste de Margin of Exposure (MOE) berekend ten opzichte van de BMDL's (conform de EFSA-methode voor risicobeoordeling). Om te bepalen hoe groot het gezondheidseffect is zijn de berekende loodinnamen ook modelmatig omgezet naar de overeenkomstige lood-in-bloedwaarden. Deze waarden zijn vervolgens gerelateerd aan de dosis-respons relaties voor het relevante gezondheidseffect, zoals gerapporteerd door EFSA (2010).

De berekeningen en resultaten zijn weergegeven in dit RIVM-rapport. Het rapport is becommentarieerd door de GGD-projectgroep 'Lood in drinkwater' (Bijlage B). Het rapport vormt de basis voor een expertbijeenkomst die de GGD'en willen houden met partners zoals de drinkwaterbedrijven en KWR (Watercycle Research Institute) ter voorbereiding van een eenduidige voorlichtingsboodschap voor de diverse risicogroepen en hun intermediairen (zoals jeugdartsen, verloskundigen en installateurs).

In dit rapport worden de termen blootstelling en inname door elkaar gebruikt. Zij refereren beide naar de inname van lood door het eten van voedsel en drinken van dranken, flessenwater en kraanwater. Verder wordt de term 'drinkwater' gebruikt wanneer wordt gerefereerd naar kraan- en flessenwater samen.

2 Loodconcentraties in kraanwater

De te beantwoorden vraag in hoofdstuk 2:

Welke concentraties van lood in kraanwater zijn te verwachten in veel voorkomende situaties (basisscenario) en in woningen met loden waterleidingen of met nieuwe waterleidingen en/of kranen (hoge scenario)?

Antwoord:

De concentratie van lood in kraanwater is (afgerond) 1 µg/L in veel voorkomende situaties (basisscenario). Voor woningen met loden waterleidingen (hoge scenario) is de concentratie gelijk gesteld aan 35 µg/L. Door het ontbreken van betrouwbare meetgegevens is deze concentratie ook gebruikt als maat voor kraanwater in woningen met nieuwe drinkwaterleidingen en/of kranen als deze in de eerste 6 maanden nog niet goed zijn doorgespoeld.

2.1 Historie lood in kraanwater

De laatste decennia zijn de loodconcentraties in kraanwater in Nederland gedaald: in 2004 werd de huidige drinkwaternorm van 10 µg/L in circa 3% van de drinkwatermonsters overschreden, en dit was gedaald naar circa 1% in 2016 (Vertommen, 2018). Dit is waarschijnlijk het gevolg van effectief beleid van drinkwaterbedrijven om de loden dienstleidingen ('tot de voordeur') te saneren. Voor het vervangen van loden binnenleidingen door particuliere woningeigenaren was tussen 1999 en 2005 een tijdelijke subsidieregeling van het Rijk van kracht voor in de naar schatting 233.000 particuliere woningen waarin deze leidingen nog aanwezig waren. Hiervan hebben ongeveer 14.000 particuliere woningeigenaren gebruik gemaakt. Het is niet bekend in hoeveel woningen op andere wijzen (ongesubsidieerde sanering, renovatie, sloop) de loden drinkwaterleidingen zijn gesaneerd (Schepers et al., 2007). Waarschijnlijk zijn er nog steeds vele duizenden woningen met loden binnenleidingen.

2.2 Huidige situatie

Loodconcentraties in kraanwater zijn moeilijk te voorspellen omdat ze afhangen van diverse factoren, zoals het lood oplossend vermogen van het gedistribueerde water, van de doorstroomtijd en -snelheid en van de totale lengte van de leiding. Voor specifieke woningsituaties zijn bovendien weinig metingen beschikbaar. In deze paragraaf beschrijven we wat wel bekend is, om met die kennis de vraag te kunnen beantwoorden welke concentraties van lood in kraanwater zijn te verwachten.

2.2.1 Loodconcentratie in veel voorkomende situaties (basisscenario)

In een RIVM-studie naar de inname van lood in Nederland via voedsel en drinkwater, is uitgegaan van een loodconcentratie van 0,7 µg/L in kraanwater (Boon et al., 2017). Deze gemiddelde concentratie is gebaseerd op 6822 kraanwatermonsters, genomen bij drinkwaterpunten in Nederland in de periode 2012-2015. In flessenwater is de concentratie van lood 1 µg/L (EFSA, 2010).

2.2.2 *Oude woningen met loden waterleidingen (hoge scenario)*

Berekeningen door de Gezondheidsraad (1997) van de loodinname door de consumptie van kraanwater uit loden waterleidingen zijn gebaseerd op een schatting van een gemiddelde loodconcentratie van 35 µg/L in kraanwater.¹ Dat betekent dat vooral in oude binnensteden, met relatief veel woningen van vóór 1960, loodconcentraties kunnen voorkomen die de huidige drinkwaternorm van 10 µg/L drie tot vier keer overschrijden.

2.2.3 *Woningen met nieuwe (onderdelen van) leidingen en kranen*

In 2007 bleek dat het kraanwater van nieuwbouwwoningen vóór oplevering, wanneer de leidingen nog niet goed zijn doorgespoeld, ook verhoogde concentraties van lood kunnen bevatten. Dit bleek uit een RIVM-onderzoek waarin watermonsters zijn genomen vóór de oplevering van 91 nieuwbouwwoningen en die zijn geanalyseerd op lood (Wuijts et al., 2007). Na langdurig verblijf van het water in het leidingsysteem werd in circa driekwart van de drinkwatermonsters de drinkwaternorm van 10 µg/L overschreden. Bij enkele nieuwbouwwoningen werden herhalingsmonsters genomen, enkele maanden tot 6 maanden na de eerste bemonstering.² De woningen waren toen inmiddels bewoond. De loodgehalten bleken in vrijwel alle gevallen tot onder de drinkwaternorm van 10 µg/L te zijn gedaald. De mogelijk extra blootstelling in deze situatie is dus tijdelijk.

2.3 **Drinkwaternormen**

De huidige Nederlandse en Europese drinkwaternorm bedraagt 10 µg/L (EC, 1998; Drinkwaterbesluit, 2018). Deze drinkwaternorm is gebaseerd op de Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) van 25 µg/kg lichaamsgewicht (lg) per week, welke inmiddels is ingetrokken (zie hoofdstuk 3).³ Op basis van de risicobeoordeling van EFSA (2010) is er een herzieningsvoorstel van de Europese Drinkwaterrichtlijn (COD, 2019) opgesteld, dat aangeeft dat lidstaten ernaar moeten streven om binnen 15 jaar na het intreden van de nieuwe richtlijn de concentraties lood in kraanwater te minimaliseren tot maximaal 5 µg/L.

Bij het vaststellen van deze normen speelt naast gezondheid, ook haalbaarheid een belangrijke rol. De Wereldgezondheidsraad (World Health Organization; WHO) geeft aan dat alle lidstaten moeten streven naar een zo laag mogelijke concentratie van lood in drinkwater, onder andere door het nemen van maatregelen in het drinkwatersysteem, zoals het vervangen van loden waterleidingen. Van de norm moet een prikkel uitgaan om de loodconcentratie in kraanwater te verlagen. In Nederland is de gemiddelde concentratie lager dan 5 µg/L (zie paragraaf 2.2.1).

¹ De Gezondheidsraad baseerde zich op uitkomsten van de 'loden-buizenproef' en bepalingen van de gemiddelde loodconcentratie in monsters kraanwater bij de consument. Op grond daarvan werd de gemiddelde concentratie in woningen met loden leidingen geschat op 35 µg/L.

² Hierop is de termijn van zes maanden gebaseerd die in dit rapport wordt aangehouden; ergens tussen de beginmaanden en de zes maanden dalen de concentraties tot onder de norm.

³ De drinkwaternorm van 10 µg/L is berekend door de Wereldgezondheidsraad (WHO) op basis van de PTWI van 25 µg/kg lichaamsgewicht voor een baby van 5 kg lichaamsgewicht die per dag 0,75 liter water drinkt en 50% allocatie (d.w.z. de randvoorwaarde dat 50% van de dagelijkse loodinname via drinkwater mag zijn).

2.4 Loodconcentraties meegenomen in de innameberekeningen

In dit rapport is de blootstelling aan lood berekend met een afgeronde gemiddelde concentratie van 1 µg/L (basisscenario) en 35 µg/L (hoge scenario) lood in kraanwater. De concentratie van 35 µg/L is gebruikt als maat voor de concentratie van lood in kraanwater in woningen waar nog loden waterleidingen aanwezig zijn (zie paragraaf 2.2.2). Deze concentratie is ook gebruikt als maat voor de loodconcentratie in kraanwater in de eerste 6 maanden in nieuwbouwwoningen (of andere woningen met nieuwe leidingen en/of kranen). Er zijn geen gegevens beschikbaar om deze concentratie preciezer te kunnen bepalen. In het RIVM-onderzoek naar lood in watermonsters genomen vóór de oplevering van 91 nieuwbouwwoningen (Wuijts et al., 2007) zijn de concentraties gemeten na langdurig verblijf van water in de leidingen (worst case). De werkelijke verblijftijd was niet bekend. Deze meetgegevens zijn vanwege de worst case verblijftijd daarom niet geschikt voor een realistische schatting van de loodconcentratie in kraanwater in de eerste 6 maanden in woningen met nieuwe leidingen en/of kranen.

Daarnaast is de inname van lood ook berekend met een loodconcentratie gelijk aan de huidige (10 µg/L) en de mogelijk toekomstige drinkwaternorm (5 µg/L) in kraanwater. Het doel van deze laatste twee berekeningen is om te laten zien wat het voor de gezondheid betekent, wanneer de loodconcentratie in kraanwater gelijk is aan deze normen. In Nederland ligt de gemiddelde concentratie lood in kraanwater onder deze normen (zie paragraaf 2.2.1). De resultaten van deze berekeningen staan in Bijlage C en worden niet verder besproken in het rapport.

3 Gezondheidseffecten van lood

De te beantwoorden vragen in hoofdstuk 3:

Wat zijn de kritische gezondheidseffecten voor verhoogde blootstelling aan lood en aan welke waarden kan dit worden getoetst?

Antwoorden:

In 2010 heeft EFSA diverse BMDL's afgeleid voor de volgende kritische effecten van lood (EFSA, 2010):

- Verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij kinderen van 0 t/m 7 jaar: $BMDL_{01} = 0,50 \mu\text{g}/\text{kg lg}^4$ per dag;
- Verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij het ongeboren kind via blootstelling van de moeder: $BMDL_{01} = 0,54 \mu\text{g}/\text{kg lg}$ per dag;
- Verhoogd risico op chronische nierziekte bij volwassenen: $BMDL_{10} = 0,63 \mu\text{g}/\text{kg lg}$ per dag;
- Verhoogd risico op toename systolische bloeddruk bij volwassenen: $BMDL_{01} = 1,50 \mu\text{g}/\text{kg lg}$ per dag.

Deze BMDL's zijn de loodinnamen waarbij het extra risico op het kritische effect niet groter is dan 1% ($BMDL_{01}$) of 10% ($BMDL_{10}$). EFSA adviseert deze BMDL's te gebruiken als referentiepunt voor de risicobeoordeling.

3.1 'Benchmark doses'

In 2010 heeft EFSA een risicobeoordeling van lood uitgevoerd en geconcludeerd dat de tot dan geldige gezondheidskundige grenswaarde (de 'Provisional Tolerable Weekly Intake'; PTWI) voor lood van $25 \mu\text{g}/\text{kg lg}$ per week niet langer als veilig kan worden beschouwd (EFSA, 2010). EFSA heeft geen nieuwe PTWI afgeleid, omdat er volgens EFSA op basis van de beschikbare gegevens geen inname kan worden gedefinieerd waarbij geen effect meer optreedt. In plaats daarvan heeft EFSA 'benchmark doses' (BMD) afgeleid voor drie effecten in drie risicogroepen. De BMD is de dosis die volgens een gemodelleerde dosis-respons relatie geassocieerd is met een bepaald gekozen effectpercentage (de benchmark). De BMDL is de 95% ondergrens van het statistische betrouwbaarheidsinterval rond deze BMD ('benchmark dose lower confidence limit'). Het effectpercentage wordt gekozen afhankelijk van het ongewenste effect. Voor het effect op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel (IQ-verlies) heeft EFSA een kritische benchmark van 1% gekozen, voor het voorkomen van chronische nierziekte een benchmark van 10% en voor systolische bloeddrukverhoging een benchmark van 1%. De voor lood berekende BMDL's zijn dus de doses in $\mu\text{g}/\text{kg lg}$ per dag waarbij het extra risico op een ongewenst effect niet groter is dan respectievelijk 1% ($BMDL_{01}$) of 10% ($BMDL_{10}$).

⁴ Lichaamsgewicht

EFSA adviseert om de afgeleide BMDL's te gebruiken als referentiepunt voor de risicobeoordeling van lood. De effecten en risicogroepen worden hieronder besproken.

3.2 Verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel

3.2.1 Jonge kinderen van 0 t/m 7 jaar

Op basis van individuele gegevens uit zeven epidemiologische studies⁵ naar de relatie tussen lood-in-bloedwaarden bij groepen kinderen van 4 t/m 10 jaar en de uitslag van IQ-metingen heeft EFSA een BMDL₀₁ van 12 µg/L (lood-in-bloedwaarde) afgeleid voor deze risicogroep (EFSA, 2010). EFSA koos een extra risico van 1%, overeenkomend met een daling van één IQ-punt, als uitgangspunt voor de risicokarakterisering. Met het Integrated Exposure Uptake Biokinetic (IEUBK) blootstellingsmodel voor kinderen heeft EFSA berekend dat een lood-in-bloedwaarde van 12 µg/L overeenkomt met een BMDL₀₁ loodinname van 0,5 µg/kg lg per dag via voedsel en drinkwater (EFSA 2010).

De gevoeligheid voor lood van kinderen waarvoor IQ-metingen niet kunnen worden uitgevoerd, zoals voor het ongeboren kind en zuigelingen, is onbekend. In het geval van het ongeboren kind gaat EFSA (2010) uit van (minstens) gelijke gevoeligheid als voor oudere kinderen waarvoor het effect van lood op de IQ wel kan worden vastgesteld. RIVM neemt hetzelfde ook aan voor zuigelingen. In beide gevallen gaat het om een aanname die niet kan worden geverifieerd. Deze aanpak wordt echter verdedigbaar geacht, omdat IQ-verlaging door loodinname komt door een effect op het centrale zenuwstelsel, die ook op leeftijden voordat IQ-metingen mogelijk zijn al relevant kan zijn.

3.2.2 Ongeboren kind

De gevoeligheid van het ongeboren kind voor het effect van lood op het centraal zenuwstelsel is onbekend. EFSA gaat hier uit van (minstens) gelijke gevoeligheid als van jonge kinderen (zie paragraaf 3.2.1).

Het ongeboren kind wordt blootgesteld aan lood dat aanwezig is in het bloed van de moeder. Op basis van een factor van 0,9 voor de verhouding van de lood-in-bloedwaarden van het ongeboren kind ten opzichte van die van de moeder en de BMDL₀₁ loodinname voor jonge kinderen (0,5 µg/kg lg per dag), is voor zwangere vrouwen een BMDL₀₁ van 0,54 µg/kg lg per dag via voedsel en drinkwater afgeleid voor de risicobeoordeling van het ongeboren kind (EFSA 2010).

3.3 Effecten op de nieren, volwassenen

Epidemiologische studies hebben laten zien dat effecten op de nieren een gevoelig gezondheidseffect is voor loodinname bij volwassenen. EFSA (2010) heeft het voorkomen van chronische nierziekte, gedefinieerd als een glomerulaire filtratiesnelheid van minder dan 60 ml/1,73 m² lichaamsoppervlak/minuut, aangeduid als het kritische effect. De basis voor risicokarakterisering was de frequentie van deze aandoening in het Amerikaanse NHANES-cohort⁶ (n=14.778) voor de periode 1996-2006 en een gekozen extra risico van 10%. Op basis

⁵ De studies aanwezig in de meta-analyse van Lanphear et al. (2005).

⁶ <https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/index.htm>

hiervan heeft EFSA een BMDL₁₀ van 15 µg lood/L in bloed afgeleid. Met het kinetische model van Carlisle and Wade (1992) voor lood in volwassenen is berekend dat deze BMDL₁₀ overeenkomt met een loodinname van 0,63 µg/kg lg per dag via voedsel en drinkwater (EFSA, 2010).

3.4 Effecten op het cardiovasculaire systeem, volwassenen

Proefdierdata en humane data wijzen erop dat lood ook schadelijke effecten kan hebben op het cardiovasculaire systeem. Op basis van de beschikbare data heeft EFSA (2010) het effect van lood op de systolische bloeddruk (= bovendruk), zoals waargenomen in vijf epidemiologische studies, als het meest relevante cardiovasculaire effect van lood aangeduid. EFSA beschouwde een extra risico van 1% toename in systolische bloeddruk (1,2 mm Hg) als relevant voor de volksgezondheid. Een dergelijke toename kan leiden tot een verhoogd risico op cardiovasculaire ziekte en sterfte door coronaire hartziekte. Voor het verhogende effect op systolische bloeddruk is een gemiddelde BMDL₀₁ van 36 µg lood/L in bloed afgeleid. Volgens het kinetische model van Carlisle and Wade (1992) voor lood in volwassenen komt deze BMDL₀₁ overeen met een loodinname van 1,5 µg/kg lg per dag via voedsel en drinkwater (EFSA, 2010).

3.5 Risicogroepen waarvoor de inname is berekend

Op basis van de kritische effecten afgeleid door EFSA (2010) is de blootstelling aan lood via voedsel en drinkwater berekend voor

- jonge kinderen
- zwangere vrouwen
- volwassenen (18 jaar en ouder)

Binnen de risicogroep jonge kinderen zijn de flesgevoede zuigelingen tot 4 maanden als aparte risicogroep geïdentificeerd. Deze kinderen consumeren alleen flessenvoeding en kunnen zo een verhoogde blootstelling aan lood via kraanwater hebben wanneer ervan wordt uitgegaan dat hun voeding alleen bereid wordt met kraanwater. In dat geval bestaat hun voeding voor bijna 90% uit kraanwater.

3.6 Risicobeoordeling loodinname

3.6.1 *Risicobeoordeling op basis van de 'margin of exposure'*

Om te kunnen bepalen of de berekende innamen van lood volgens het basis- en hoge scenario kunnen resulteren in een gezondheidsrisico, is een risicobeoordeling uitgevoerd. Hierbij is per scenario en risicogroep een 'margin of exposure' (MOE) berekend. MOE's worden berekend door de afgeleide BMDL's te delen door de berekende inname. Aan de hand van de grootte van de MOE wordt bepaald of er een mogelijk risico voor de gezondheid aanwezig is bij de desbetreffende blootstelling. Voor een verwaarloosbaar gezondheidsrisico moet de MOE een minimale grootte hebben. Deze minimale grootte is afhankelijk van de aard van het kritische effect waarop de BMDL is gebaseerd.

EFSA (2010) heeft voor de drie effecten van lood de volgende risico's op het betreffende effect bij een bepaalde grootte van de MOE gedefinieerd:

- Verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel:
 - $MOE \leq 1$: "possibility of an effect ... cannot be excluded";
 - $1 < MOE < 10$: "risk likely to be low, but not such that it could be dismissed as of no potential concern" (dus het risico is waarschijnlijk laag, maar niet verwaarloosbaar);
 - $MOE \geq 10$: "no appreciable risk of a clinically significant effect"
- Effecten op de nieren en systolische bloeddruk
 - $MOE \leq 1$: "possibility of an effect ... cannot be excluded";
 - $1 < MOE < 10$: "risk would be very low";
 - $MOE \geq 10$: "no appreciable risk of a clinically significant effect".

In dit rapport zijn deze definities als volgt geïnterpreteerd:

- $MOE \leq 1$: risico op een klinisch relevant effect kan niet worden uitgesloten;
- $1 < MOE < 10$: risico op een klinisch relevant effect is laag (verstoring van de ontwikkeling van het zenuwstelsel) of zeer laag (effecten op de nieren en systolische bloeddruk);
- $MOE \geq 10$: risico op een klinisch relevant effect is verwaarloosbaar.

3.6.2 *Risicobeoordeling op basis van gemiddelde effectgrootte*

Als aanvulling op de risicobeoordeling op basis van de MOE's (zie paragraaf 3.6.1) zijn in dit rapport de gemiddelde effectgrootten geschat bij de berekende loodinnamen. Hiervoor zijn de dosis-respons relaties tussen de lood-in-bloedwaarden en het effect gebruikt, zoals gerapporteerd door EFSA (2010).

De berekening van de effectgrootte is uitgevoerd in twee stappen:

- De berekende inname van lood is vertaald naar een lood-in-bloedwaarde met de kinetische modellen zoals toegepast door EFSA (2010) en door het RIVM in eerdere berekeningen (Otte et al., 2015);
- De effecten van deze lood-in-bloedwaarden op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel, nieren en de systolische bloeddruk zijn vervolgens geschat met de dosis-respons relaties.

4 Innameberekening

De te beantwoorden vraag in hoofdstuk 4:

Wat is per risicogroep de bijdrage van kraanwater aan de totale loodinnname via voedsel en drinkwater, bij de verschillende concentraties lood in kraanwater?

Antwoord:

De inname van lood via voedsel en drinkwater is berekend voor vier risicogroepen op basis van twee loodconcentraties in kraanwater: 1 µg/L (basisscenario) en 35 µg/L (hoge scenario). De bijdrage van kraanwater aan de inname van lood via voedsel en drinkwater varieerde van 2% in kinderen van 2 t/m 6 jaar tot 10% in flesgevoede zuigelingen (tot 4 maanden) in het basisscenario. In het hoge scenario liep de bijdrage van kraanwater aan de loodinnname op tot (bijna) 80% in flesgevoede zuigelingen en volwassenen met een hoge loodinnname (een inname groter of gelijk aan het 95^{ste} percentiel).

4.1 Inleiding

De loodblootstelling is berekend voor de loodconcentraties zoals afgeleid in hoofdstuk 2:

- 1 µg/L ('basisscenario') als de gemiddelde concentratie van lood in kraanwater in Nederland;
- 35 µg/L ('hoge scenario') als
 - realistische loodconcentratie in kraanwater in huizen met loden waterleidingen;
 - maat voor de loodconcentratie in (nieuwbouw)woningen met nieuwe leidingen en/of kranen als deze in de eerste 6 maanden nog niet goed zijn doorgespoeld. Vanwege de beperkte blootstellingsduur (enkele maanden) is er in deze situatie een mogelijk risico voor de meest gevoelige groepen, zoals kinderen.

Voor de berekening van de loodinnname via voedsel en drinkwater met de twee loodconcentraties in kraanwater is uitgegaan van een recente RIVM-studie naar de inname van lood via voedsel en drinkwater in Nederland (Boon et al., 2017). In deze studie is de inname berekend voor kinderen van 2 t/m 6 jaar, volwassenen van 18 t/m 69 jaar en voor vrouwen in de vruchtbare leeftijd. De leeftijdsgroepen zijn gedefinieerd op basis van de kritische effecten en bijbehorende risicogroepen zoals gedefinieerd door EFSA (2010) en de beschikbaarheid van Nederlandse voedselconsumptiegegevens in 2017. Voor zwangere vrouwen waren er geen Nederlandse voedselconsumptiegegevens beschikbaar en zijn daarom de gegevens voor vrouwen in de vruchtbare leeftijd (20-40 jaar) gebruikt, onder de aanname dat het consumptiepatroon van deze leeftijdsgroep representatief is voor dat van zwangere vrouwen.

In de huidige studie zijn deze berekeningen opnieuw gebruikt en is alleen de consumptie van kraanwater gecombineerd met een andere loodconcentratie. Verder is in de huidige studie ook de inname van lood berekend voor flesgevoede zuigelingen tot 4 maanden op basis van

consumptiegegevens van flessenvoeding gerapporteerd door EFSA (2017) en ervan uitgaande dat bij de bereiding van flessenvoeding alleen kraanwater wordt gebruikt.⁷

In de berekeningen zijn de leeftijden van 4 maanden tot 2 jaar en 7 jaar niet meegenomen. Kinderen van 4 maanden tot 2 jaar zijn niet meegenomen, omdat zij geen onderdeel waren van de 2017 RIVM-studie door het ontbreken van consumptiegegevens in 2017. De 7-jarigen zijn niet meegenomen, omdat deze leeftijdsgroep onderdeel was van een voedselconsumptiepeiling onder kinderen en volwassenen van 7 t/m 69 jaar. Het was een te grote rekeninspanning binnen dit project om de inname van lood voor alleen deze leeftijdsgroep te berekenen met een naar verwachting vergelijkbare uitkomst als voor de 2- t/m 6-jarigen. De berekende inname van de flesgevoede zuigelingen en 2- t/m 6-jarigen zijn ook toepasbaar verondersteld voor kinderen van 4 maanden tot 2 jaar en van 7 jaar.

In de onderstaande paragrafen worden de innameberekeningen beschreven voor het basis- en hoge scenario. De resultaten van de innameberekeningen met loodconcentraties in kraanwater gelijk aan de huidige (10 µg/L) en mogelijk toekomstige drinkwaternorm (5 µg/L) staan in Tabellen C1, C2 en C3 in Bijlage C.

4.2 Flesgevoede zuigelingen tot 4 maanden

Voor de berekening van de inname van lood via kraanwater door flesgevoede zuigelingen tot 4 maanden zijn gegevens gebruikt over:

- De hoeveelheid kraanwater die nodig is voor het bereiden van flessenvoeding;
- De loodconcentratie in kraanwater (zie paragraaf 4.1);
- De concentratie van lood in zuigelingenvoeding in poedervorm;
- De hoeveelheid zuigelingenvoeding in poedervorm die nodig is voor de bereiding van flessenvoeding.

Hoeveelheid flessenvoeding

Op basis van een studie uitgevoerd onder Duitse kinderen (Kersting et al., 1998; geciteerd in EFSA, 2017) en consumptiegegevens van flessenvoeding uit een oudere studie (Fomon et al., 1971; geciteerd in EFSA, 2017), heeft EFSA de consumptie van flessenvoeding geschat gedurende de eerste 4 maanden van het leven (EFSA, 2017). Op basis hiervan adviseert EFSA om de geschatte consumpties rond de leeftijd van 2 maanden te gebruiken voor de risicobeoordeling van stoffen die nadelig kunnen zijn voor de gezondheid bij langdurige blootstelling (zoals lood). Deze consumpties kunnen daarbij worden gezien als een soort gemiddelde consumptie over de periode tot 4 maanden. Deze consumpties bedragen ongeveer 170 ml/kg lg per dag (mediaan; 50^{ste} percentiel; P50) en 210 (95^{ste} percentiel; P95) ml/kg lg per dag. Bijlage D geeft een overzicht van alle geschatte consumptiehoeveelheden tot 4 maanden.

⁷ Borstgevoede zuigelingen zijn niet meegenomen in de huidige studie, omdat de in dit rapport gebruikte kinetische modelopvattingen over de relatie tussen lood-in-bloedwaarden en loodname voor het ongeboren kind, flesgevoede zuigelingen en jonge kinderen (Bijlage E) niet van toepassing zijn op borstgevoede zuigelingen.

Uitgaande van een ratio van 1:8 voor poeder:water (EFSA, 2017), bevat

- 170 ml/kg lg per dag flessenvoeding: 21 gram poeder/kg lg + 149 ml water/kg lg (P50);
- 210 ml/kg lg per dag flessenvoeding: 26 gram poeder/kg lg + 184 ml water/kg lg (P95).

Concentratie van lood in zuigelingenvoeding in poedervorm

Uit monitoringgegevens van verschillende EU lidstaten bleek dat de gemiddelde loodconcentratie in zuigelingenvoeding in poedervorm 0,06 mg/kg bedraagt (EFSA, 2012). Deze conclusie is gebaseerd op 233 monsters. Van deze monsters was 77% lager dan de kwantificatie- of de detectielimiet van de analysemethode. Voor deze monsters is de werkelijke concentratie lood niet bekend. EFSA heeft voor de berekening van de gemiddelde loodconcentratie deze concentraties gelijk gesteld aan de helft van de relevante limietwaarde. De P95 van de concentraties was gelijk aan 22 mg/kg. Deze concentratie is niet gebruikt voor de innameberekening van lood in de huidige studie, omdat deze concentratie ruim boven de wettelijke grens van 0,05 mg/kg lood in zuigelingenvoeding in poedervorm ligt zoals vastgelegd in Verordening (EU) nr. 1881/2006 en als te conservatief is beschouwd. Er is daarom gerekend met de gemiddelde loodconcentratie van 0,06 mg/kg als de beste schatting van de loodconcentratie in zuigelingenvoeding in poedervorm die beschikbaar was. Momenteel loopt er een onderzoek waaruit nieuwe meetgegevens over lood in zuigelingenvoeding beschikbaar zullen komen. Verwachting is dat de resultaten van dit onderzoek in de loop van 2020 wordt gepubliceerd.

Innameberekening

Op basis van de consumptiegegevens van kraanwater en zuigelingenvoeding in poedervorm en de concentraties van lood in deze ingrediënten van flessenvoeding is de inname van lood voor een mediane (P50) en P95 consumptie van flessenvoeding berekend. Dit is gedaan voor de twee loodconcentraties in kraanwater (Tabel 1).

Tabel 1. Inname van lood via flessenvoeding door zuigelingen tot 4 maanden bij twee concentraties van lood in kraanwater

Innameparameter	Inname van lood ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg per dag) per loodconcentratie in kraanwater ¹	
	1 $\mu\text{g}/\text{L}$	35 $\mu\text{g}/\text{L}$
P50	1,4	6,5
P95	1,8	8,0
<i>Bijdrage kraanwater aan loodinname (gelijk voor P50 en P95)²</i>	10%	80%

lg: lichaamsgewicht; P50: mediaan; P95: 95^{ste} percentiel

¹ Betreft de som van een vaste concentratie van lood in zuigelingenvoeding in poedervorm (0,06 mg/kg) en een variabele concentratie van lood in kraanwater.

² Omdat de verhouding tussen kraanwater en zuigelingenvoeding gelijk blijft.

4.3 Kinderen van 2 t/m 6 jaar, vrouwen in de vruchtbare leeftijd en volwassenen

De berekeningen voor 2- t/m 6-jarigen, vrouwen in de vruchtbare leeftijd en volwassenen zijn gebaseerd op de 2017 RIVM-studie (zie

paragraaf 4.1). De risicogroep van 2 t/m 6 jaar wordt in het huidige rapport gedefinieerd als 'jonge kinderen'. Zie Tekstkader voor meer achtergronden bij de innameberekeningen.

Tekstkader. Gebruikte gegevens voor de berekening van de inname van lood via voedsel en drinkwater op basis van de 2017 RIVM-studie (Boon et al., 2017).

Voor de berekening van de inname van lood in Nederland via voedsel en drinkwater zijn alle voedselbronnen (inclusief kraanwater) meegenomen waarvoor concentratie- en consumptiegegevens beschikbaar waren. De berekeningen zijn uitgevoerd met loodconcentraties afkomstig uit Nederlandse monitoringprogramma's (voornamelijk uitgevoerd door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA)) in 2010 t/m 2015. Voor voedselgroepen waarvoor geen of onvoldoende Nederlandse monitoringgegevens beschikbaar waren, zijn de gegevens aangevuld met concentratiegegevens gepubliceerd in de 2012 opinie van EFSA over de inname van lood in Europa (EFSA, 2012). Voor de berekening zijn de 'medium bound' loodconcentraties gebruikt. Metingen van stoffen in producten bevatten vaak concentraties die onder de kwantificatie- of detectielimiet van de meetmethode liggen. Bij medium-bound concentraties is ervan uitgegaan dat deze monsters lood bevatten in een concentratie die gelijk is aan de helft van de relevante limietwaarde.

De inname van lood is berekend door de concentratiegegevens in voedsel en drinkwater te combineren met voedselconsumptiegegevens van twee Nederlandse voedselconsumptiepeilingen: kinderen van 2 t/m 6 jaar (Ocké et al., 2008) en kinderen en volwassenen van 7 t/m 69 jaar (van Rossum et al., 2011). In deze peilingen hebben personen (of verzorgers in geval van jonge kinderen) genoteerd welke voedingsmiddelen en dranken (inclusief kraanwater) zij gedurende twee dagen hebben geconsumeerd. Voor de koppeling van deze meetgegevens aan de geconsumeerde producten, zie de 2017 RIVM-studie.

4.3.1 *Consumptie van kraanwater*

Kraanwater wordt zowel 'puur' gedronken als gebruikt bij de thuisbereiding van voedsel (zoals soepen en sauzen) en dranken (thee en aanmaaklimonades). Kraanwater wordt echter ook gebruikt als ingrediënt van industrieel bereid voedsel (zoals soep in blik) en dranken (zoals frisdranken en sappen). In de 2017 RIVM-studie is hierin geen onderscheid gemaakt (Boon et al., 2017).

In de huidige studie is dit onderscheid van belang, omdat de vraag is hoeveel lood de risicogroepen kunnen binnenkrijgen via consumptie van hun eigen kraanwater. De voedselproducten met kraanwater als ingrediënt zijn daarom verdeeld in twee groepen: producten die thuis kunnen worden bereid en industrieel bereide producten. Hiervoor zijn als eerste alle producten geïdentificeerd met kraanwater als ingrediënt.⁸ Vervolgens zijn deze producten ingedeeld in de twee typen producten (thuis/industrieel bereid). Hierbij is aangenomen dat wanneer een product mogelijk thuis kan worden bereid, dit ook is gebeurd. Het

⁸ Hiervoor is gebruik gemaakt van het "conversiemodel" (Boon et al., 2009). In dit model zijn producten zoals gerapporteerd in de voedselconsumptiedatabase omgezet naar hun ingrediënten, waaronder water.

aandeel kraanwater in de thuisbereide producten is vervolgens gekoppeld aan de twee loodconcentraties (zie paragraaf 4.1). De concentratie van lood in het aandeel kraanwater in de industrieel bereide producten is gelijk gesteld aan de loodconcentratie in kraanwater in het basisscenario (1 µg/L).

In de 2017 RIVM-studie is bereide thee meegenomen met een loodconcentratie van 12 µg/L op basis van analytische gegevens in bereide thee gerapporteerd door EFSA (2012). Omdat thee veelal thuis wordt gedronken en voornamelijk uit kraanwater bestaat is in de huidige berekening ervoor gekozen om de consumptie van thee te koppelen aan de twee loodconcentraties in kraanwater. Thee wordt veel gedronken en is een belangrijke bron van kraanwaterconsumptie bij volwassenen. Door deze aanname wordt de inname mogelijk onderschat, vooral in de twee volwassen populaties, omdat lood dat via de theeblaadjes in thee terecht komt niet is meegenomen. Jongere kinderen drinken nog niet veel thee.

Tabel 2 geeft de gemiddelde en hoge (P95) consumptie van kraanwater weer, zoals gebruikt in de woning, voor jonge kinderen, vrouwen in de vruchtbare leeftijd en volwassenen. Dit betreft de som van de consumptie van kraanwater zelf en kraanwater gebruikt voor de bereiding van dranken en voedsel zoals koffie, thee, aanmaaklimonades, soepen en sauzen.

Tabel 2. Consumptie van kraanwater per dag door drie risicogroepen

Risicogroep	Consumptie van kraanwater (gram) ¹			
	Per persoon		Per kg lg ²	
	Gemiddelde	P95	Gemiddelde	P95
2 t/m 6 jaar	350	920	19	49
Vrouwen 20 t/m 40 jaar ³	1400	3100	19	42
18 t/m 69 jaar	1350	2900	17	36

lg: lichaamsgewicht

¹ Betreft de som van de consumptie van 'puur' kraanwater en kraanwater gebruikt voor de bereiding van dranken en producten zoals koffie, thee, aanmaaklimonades, sauzen en jus.

² Berekend op basis van een gemiddeld lichaamsgewicht van 18,8 kg voor jonge kinderen, 80,2 kg voor volwassenen van 18 t/m 69 jaar en 74,0 kg voor vrouwen in de vruchtbare leeftijd van 20 t/m 40 jaar.

³ Proxy voor zwangere vrouwen.

4.3.2 Innameberekening van lood via voedsel en drinkwater

De inname van lood kan op de lange termijn een nadelig effect hebben op de gezondheid (zie hoofdstuk 3). De lange-termijn inname is daarom berekend zoals beschreven in de 2017 RIVM-studie met versie 8.2 van de Monte Carlo Risk Assessment (MCRA) software (de Boer et al., 2016). Tabel 3 geeft de gemiddelde, mediane (P50) en hoge (P95) inname van lood weer via voedsel en drinkwater voor de drie risicogroepen, afhankelijk van de loodconcentratie in kraanwater in de woning.

Bij een loodconcentratie van 1 µg/L in kraanwater in de woning (en in water gebruikt door de industrie) zijn de berekende inname voor jonge kinderen vergelijkbaar met de inname zoals berekend in de 2017 RIVM-studie (uitgaande van een loodconcentratie van 0,7 µg/L in kraanwater). De berekende inname voor de twee volwassen populaties was 15-25% lager, omdat in het basisscenario thee aan een lager

Tabel 3. Inname van lood via voedsel en drinkwater bij twee concentraties van lood in kraanwater door drie risicogroepen

Inname-percentage	Inname van lood ($\mu\text{g}/\text{kg}$ lg per dag) per loodconcentratie in kraanwater en risicogroep ¹	
	1 $\mu\text{g}/\text{L}$	35 $\mu\text{g}/\text{L}$
2 t/m 6 jaar		
Gemiddelde	0,87 (0,82 – 1,05)	1,54 (1,48 – 1,65)
P50	0,85 (0,80 – 1,00)	1,44 (1,39 – 1,55)
P95	1,25 (1,15 – 1,64)	2,57 (2,43 – 2,74)
Vrouwen 20 t/m 40 jaar²		
Gemiddelde	0,35 (0,33 – 0,38)	1,03 (0,99 – 1,07)
P50	0,34 (0,32 – 0,36)	0,94 (0,90 – 0,97)
P95	0,57 (0,53 – 0,61)	1,94 (1,81 – 2,90)
18 t/m 69 jaar		
Gemiddelde	0,37 (0,35 – 0,39)	0,96 (0,93 – 0,99)
P50	0,35 (0,34 – 0,37)	0,89 (0,87 – 0,92)
P95	0,57 (0,54 – 0,61)	1,68 (1,63 – 1,76)

lg: lichaamsgewicht; P50: mediaan; P95: 95ste percentiel

¹ Innamen tussen haken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer van de berekende inname door de onzekerheid in de gebruikte consumptie- en loodconcentratiegegevens.

² Proxy voor zwangere vrouwen.

loodgehalte is gekoppeld dan in de 2017 RIVM-studie (zie paragraaf 4.3.1).

4.3.3

Bijdrage van kraanwater aan de totale inname van lood

De bijdrage van kraanwater aan de inname van lood via voedsel en drinkwater varieerde tussen 2% en 6% in het basisscenario en kon oplopen tot bijna 80% in volwassenen met een hoge loodopname (inname groter of gelijk aan de P95) in het hoge scenario (Tabel 4).

Tabel 4. Bijdrage (%) van kraanwater aan de inname van lood via voedsel en drinkwater in de totale populatie en in personen met een inname groter of gelijk aan de P95 (bovenste 5%) voor drie risicogroepen en twee concentraties van lood in kraanwater

Deel van de populatie	Bijdrage (%) van kraanwater ¹ per loodconcentratie in kraanwater en risicogroep	
	1 $\mu\text{g}/\text{L}$	35 $\mu\text{g}/\text{L}$
2 t/m 6 jaar		
Totale populatie	2	45
Bovenste 5%	2	67
Vrouwen 20 t/m 40 jaar²		
Totale populatie	6	68
Bovenste 5%	5	79
18 t/m 69 jaar		
Totale populatie	5	64
Bovenste 5%	4	76

¹ Betreft de som van de consumptie van 'puur' kraanwater en kraanwater gebruikt voor de thuisbereiding van dranken en producten zoals koffie, thee, aanmaaklimonades, sauzen en jus.

² Proxy voor zwangere vrouwen.

4.3.4 *Onzekerheden in de berekende loodinnamen*

Een realistische schatting van de loodconcentratie in kraanwater in de eerste 6 maanden in woningen met nieuwe leidingen en/of kranen, wanneer ze niet goed zijn doorgespoeld, was niet mogelijk vanwege ontbrekende meetgegevens. Daarom is aangenomen dat de loodconcentratie de eerste 6 maanden gelijk is aan die in oude woningen met loden leidingen (35 µg/L).

De berekende loodinnamen voor jonge kinderen, vrouwen in de vruchtbare leeftijd van 20 t/m 40 jaar en volwassenen van 18 t/m 69 jaar in de huidige studie zijn beïnvloed door de wijze waarop producten met kraanwater als ingrediënt zijn geïdentificeerd en de daaropvolgende verdeling van deze producten in thuis- en industrieel bereide producten (zie paragraaf 4.3.1):

1. Kraanwater kon niet voor alle voedselproducten als ingrediënt worden geïdentificeerd, zoals gekookte aardappelen en gekookte groenten. Hierdoor zijn mogelijk niet alle relevante producten met de juiste loodconcentratie meegenomen in de innameberekening.
2. De onderverdeling van voedselproducten in thuis- en industrieel bereide producten is gebaseerd op de naam van het product, zoals gecodeerd in de beide voedselconsumptiedatabases. Hierbij is ervoor gekozen om een product als thuisbereid te identificeren als deze thuis *kan* worden bereid. Het kan daarom niet worden uitgesloten dat hierdoor mogelijk producten ten onrechte als thuisbereid zijn geïdentificeerd.

Deze twee onzekerheden door gebrek aan informatie kunnen hebben geresulteerd in een over- of onderschatting van de loodinname. Echter, we schatten in dat het effect van deze onzekerheden beperkt is geweest, omdat de consumptie van kraanwater via de belangrijkste thuisbereide producten, zoals thee, limonades op basis van siropen, zelfgemaakte soepen en jus op waterbasis, en gekookte rijst en pasta, wel zijn meegenomen.

Naast de hierboven beschreven onzekerheden in de innameberekeningen, zijn er nog aanvullende onzekerheden, betreffende de concentraties in de andere bronnen dan kraanwater, consumptiegegevens en de gebruikte rekenmethode. Deze staan beschreven in het rapport van de 2017 RIVM-studie (Boon et al., 2017).

5 Kwantificering risico's voor berekende innamen

De te beantwoorden vraag in hoofdstuk 5:

Wat zijn op grond van de berekeningen de risicogroepen waarvoor het van belang is de blootstelling aan lood via kraanwater te reduceren?

Antwoord:

- Voor volwassenen is het risico op chronische nierziekte en hoge systolische bloeddruk door loodinnamen via voedsel en drinkwater zeer laag in het basisscenario (1 µg/L). Voor kinderen kan in dit scenario een klinisch relevant effect op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel door loodinnamen niet worden uitgesloten. De bijdrage van kraanwater aan de loodinnamen is echter zo laag dat de inspanning die nodig is voor verdere verlaging van lood in kraanwater in dit scenario niet in verhouding staat tot de relatief kleine afname van de totale loodinnamen..
- In het hoge scenario (35 µg/L) is de loodinnamen via voedsel en drinkwater zo hoog dat klinisch relevante effecten, naast bij kinderen, ook bij volwassenen niet kunnen worden uitgesloten. Kraanwater draagt in dit scenario substantieel bij aan de totale blootstelling aan lood (tientallen procenten), zodat een verlaging van de loodinnamen via kraanwater kan bijdragen aan een zinvolle verlaging van de totale loodinnamen.

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de beschikbare toxicologische gegevens (zie hoofdstuk 3) en de berekende innamen (zie hoofdstuk 4) samengebracht voor de risicobeoordeling (zie paragraaf 3.6). Tabel 5 vat samen voor welke groepen een risicobeoordeling is uitgevoerd op grond van de beschikbare gegevens.

In de onderstaande paragrafen wordt de risicobeoordeling beschreven (zie paragraaf 3.6). Voor de risicobeoordeling behorend bij de innamen berekend met loodconcentraties in kraanwater gelijk aan de huidige (10 µg/L) en mogelijk toekomstige drinkwaternorm (5 µg/L), zie Tabellen C4 en C5 in Bijlage C. De risicobeoordeling is niet uitgevoerd voor de laagste en bovenste innameschatting van het 95% betrouwbaarheidsinterval (Tabel 3).

5.2 MOE berekeningen

Tabel 6 geeft de MOE's voor de P50- en P95-blootstelling aan lood voor het basis- en hoge scenario. MOE's die kleiner of gelijk zijn aan 1 geven aan dat een risico op een klinisch relevant effect op het desbetreffende gevoelige eindpunt (ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel, chronische nierziekte of systolische bloeddruk) niet kan worden uitgesloten (zie paragraaf 3.6.1). Deze MOE's zijn in rood weergegeven in Tabel 6. MOE's groter dan 1 en kleiner dan 10 markeren een risico dat als laag (ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel) dan wel zeer laag (chronische nierziekte en systolische bloeddruk) wordt beoordeeld. Deze MOE's zijn in blauw weergegeven in Tabel 6. Voor geen van de

Tabel 5. Samenvatting beschikbare gegevens voor verschillende leeftijdsgroepen

Leeftijdsgroep	Beschikbaar:		Uitspraak over het risico mogelijk?
	Inname lood	BMDL	
Ongeboren kind	Ja ¹	Ja	Ja
Flesgevoede zuigelingen tot 4 maanden	Ja	Ja ²	Ja
4 maanden tot 2 jaar	Nee	Ja ²	Uitspraken kinderen 2 t/m 6 jaar of flesgevoede zuigeling van toepassing, afhankelijk van consumptiepatroon
2 t/m 6 jaar	Ja	Ja ²	Ja
7	Neen	Ja ²	Voor 7-jarigen is voor de risicobeoordeling de inname gelijk gesteld aan dat voor 2- t/m 6-jarigen.
8 t/m 17 jaar	Nee	Nee	Nee
18 t/m 69 jaar	Ja	Ja	Ja

BMDL: 95% ondergrens van het statistische betrouwbaarheidsinterval rond de benchmark dosis (zie paragraaf 3.1).

¹ Op basis van innameberekeningen van lood van vrouwen in de vruchtbare leeftijd van 20 t/m 40 jaar (zie paragraaf 4.3.2).

² BMDL voor effecten op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij jonge kinderen is toepasbaar op kinderen van 0 t/m 7 jaar (zie paragraaf 3.2.1).

beoordeelde blootstellingen (ook niet die in het basiscenario) werd een MOE van minimaal 10 bereikt, de marge waarbij het risico op een klinisch relevant effect verwaarloosbaar is.

5.3 Berekening effectgrootten

Voor de kwantificering van het risico op de drie gezondheidseffecten zijn de P50- en P95-blootstelling van lood (via voedsel en drinkwater) per loodconcentratie in kraanwater met kinetische modellen omgezet naar de bijbehorende lood-in-bloedwaarden.⁹ Deze waarden zijn vervolgens met de relevante dosis-respons relaties omgezet naar de bijbehorende effectgrootte. De dosis-respons relaties zijn verkregen uit EFSA (2010). Bijlage E geeft een gedetailleerde beschrijving van de berekening van de effectgrootten.

De berekende effectgrootten staan in Tabel 7, waarbij de effectgrootten in rood zijn weergegeven als het risico op een klinisch relevant effect niet kan worden uitgesloten. Dit zijn effectgrootten die uitgaan boven de door EFSA gekozen benchmarkniveaus van 1% en 10% (zie paragrafen 3.2, 3.3 en 3.4).

In het basiscenario was de berekende afname in IQ punten maximaal 1,8 punten voor kinderen van 2 t/m 6 jaar bij de P95 loodinname. Deze afname liep op tot 4,5 punten voor flesgevoede zuigelingen bij de P95 in het hoge scenario.

⁹ Merk op dat voor alle risicogroepen, behalve het ongeboren kind, dit lood-in-bloedwaarden betreft behorend bij deze groepen. Voor het ongeboren kind betrof het lood-in-bloedwaarden in de moeder.

Tabel 6. Berekende 'margin of exposure' (MOE) per loodconcentratie in kraanwater en berekende innamepercentiel (inname via voedsel en drinkwater) voor de verschillende risicogroepen en effecten

Inname- percentiel	MOE per loodconcentratie in kraanwater en risicogroep ¹	
	1 µg/L	35 µg/L
Ongeboren kind (afname in IQ punten) ²		
P50	1,59	0,57
P95	0,95	0,28
Flesgevoede zuigelingen (afname in IQ punten)		
P50	0,36	0,08
P95	0,28	0,06
2 t/m 6 jaar (afname in IQ punten)		
P50	0,59	0,35
P95	0,40	0,19
18 t/m 69 jaar (ontwikkeling chronische nierziekte)		
P50	1,80	0,71
P95	1,10	0,38
18 t/m 69 jaar (verhoging systolische bloeddruk)		
P50	4,28	1,68
P95	2,63	0,89

IQ: intelligentie quotiënt; P50: mediaan; P95: 95^{ste} percentiel

¹ MOE's kleiner of gelijk aan 1 zijn in rood weergegeven (risico op een klinisch relevant effect kan niet worden uitgesloten) en MOE's groter dan 1 maar kleiner dan 10 in blauw (risico op een klinisch relevant effect is laag (IQ afname) of zeer laag (chronische nierziekte en systolische bloeddruk)). Bij MOE's van minimaal 10 is het risico op een klinisch relevant effect verwaarloosbaar (zie paragraaf 3.6.1).

² Op basis van de inname van lood door vrouwen in de vruchtbare leeftijd (20 t/m 40 jaar) als proxy voor zwangere vrouwen.

Voor de ontwikkeling van chronische nierziekte bij volwassenen in het hoge scenario waren de effectgrootten bij de mediane (P50) en hoge (P95) loodinname groter dan de EFSA benchmark van 10%, respectievelijk 13,3% en 19% (dus: 5% van de volwassenen die kraanwater met een loodconcentratie van 35 µg/L drinken heeft een kans van minimaal 19% op de ontwikkeling van chronische nierziekte). In het basisscenario waren beide effectgrootten kleiner dan 10% (Tabel 7).

Voor systolische bloeddrukverhoging bij volwassenen bleven de geschatte effectgrootten onder de EFSA benchmark van 1,2 mm Hg, behalve voor de P95 loodinname in het hoge scenario. Voor deze groep was de verhoging gelijk aan 1,4 mm Hg (dus: 5% van de volwassenen die kraanwater met een loodconcentratie van 35 µg/L drinken kunnen een verhoging in de systolische bloeddruk ervaren van 1,4 mm Hg bovenop een achtergrond bloeddruk van 120 mm Hg).

Tabel 7. Geschatte effectgrootten per loodconcentratie in kraanwater en berekende innamepercentiel (inname via voedsel en drinkwater) voor de verschillende risicogroepen en effecten

Inname- percentiel	Geschatte effectgrootte per loodconcentratie in kraanwater en risicogroep ^{1,2,3}	
	1 µg/L	35 µg/L
Ongeboren kind ⁴ (afname in IQ punten)		
P50	- 0,6	- 1,7
P95	- 1,1	- 3,6
Flesgevoede zuigelingen (afname in IQ punten)		
P50	- 1,0	- 3,8
P95	- 1,2	- 4,5
2 t/m 6 jaar (afname in IQ punten)		
P50	- 1,3	- 2,1
P95	- 1,8	- 3,6
18 t/m 69 jaar (ontwikkeling chronische nierziekte in %)		
P50	+ 4,9	+ 13,3
P95	+ 9,4	+ 19,0
18 t/m 69 jaar (verhoging systolische bloeddruk in mm Hg)		
P50	+ 0,5	+ 0,8
P95	+ 0,6	+ 1,4

Hg: kwik; IQ: intelligentie quotiënt; P50: mediaan; P95: 95ste percentiel

¹ Effectgrootten waarvoor een risico op een klinisch relevant effect niet kan worden uitgesloten zijn in rood weergegeven.

² Negatieve effectgrootten duiden op een afname en positieve effectgrootten in een toename van het effect bij toenemende inname.

³ Voor berekening van de effectgrootten, zie Bijlage E.

⁴ Op basis van de inname van lood in vrouwen in de vruchtbare leeftijd (20 t/m 40 jaar) als proxy voor zwangere vrouwen.

6 Conclusies, kennishiaten en aanbevelingen

In de huidige studie is voor verschillende risicogroepen in Nederland berekend wat hun inname aan lood zou kunnen zijn via voedsel en drinkwater bij verschillende loodconcentraties in kraanwater. We geven hieronder eerst antwoord op de vier vragen (zie paragraaf 1.2) en beschouwen vervolgens wat de betekenis kan zijn voor een eventuele voorlichtingsboodschap over het gebruik van kraanwater in relatie tot de aanwezige concentratie van lood.

6.1 Antwoord op de vier vragen

1) *Welke concentraties van lood in kraanwater zijn te verwachten in veel voorkomende situaties (basisscenario) en in woningen met loden waterleidingen of met nieuwe waterleidingen en/of kranen (hoge scenario)?*

De concentratie van lood in kraanwater is (afgerond) gelijk aan 1 µg/L in veel voorkomende situaties (basisscenario). Voor woningen met loden waterleidingen (hoge scenario) is de concentratie gelijk gesteld aan 35 µg/L. Door het ontbreken van betrouwbare meetgegevens is deze concentratie ook gebruikt als maat voor kraanwater in woningen met nieuwe drinkwaterleidingen en/of kranen als deze in de eerste 6 maanden nog niet goed zijn doorgespoeld.

2) *Wat zijn de kritische gezondheidseffecten voor verhoogde blootstelling aan lood en aan welke waarden kan dit worden getoetst?*

In 2010 heeft EFSA diverse BMDL's afgeleid voor de volgende kritische effecten van lood (EFSA, 2010):

- Verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij kinderen van 0 t/m 7 jaar: $BMDL_{01} = 0,50 \mu\text{g/kg lg per dag}$;
- Verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij het ongeboren kind via blootstelling van de moeder: $BMDL_{01} = 0,54 \mu\text{g/kg lg per dag}$;
- Verhoogd risico op chronische nierziekte bij volwassenen: $BMDL_{10} = 0,63 \mu\text{g/kg lg per dag}$;
- Verhoogd risico op toename systolische bloeddruk bij volwassenen: $BMDL_{01} = 1,50 \mu\text{g/kg lg per dag}$.

Deze BMDL's zijn de loodinnamen waarbij het extra risico op het kritische effect niet groter is dan 1% ($BMDL_{01}$) of 10% ($BMDL_{10}$). EFSA adviseert deze BMDL's te gebruiken als referentiepunt voor de risicobeoordeling.

3) *Wat is per risicogroep de bijdrage van kraanwater aan de totale loodinnaminge via voedsel en drinkwater, bij de verschillende concentraties lood in kraanwater?*

De inname van lood via voedsel en drinkwater is berekend voor vier risicogroepen op basis van twee loodconcentraties in kraanwater: 1 µg/L (basisscenario) en 35 µg/L (hoge scenario). De bijdrage van kraanwater aan de inname van lood via voedsel en drinkwater varieerde van 2% in kinderen van 2 t/m 6 jaar tot 10% in flesgevoede zuigelingen (tot 4 maanden) in het basisscenario. In het hoge scenario liep de bijdrage

van kraanwater aan de loodinname op tot (bijna) 80% in flesgevoede zuigelingen en volwassenen met een hoge loodinname (een inname groter of gelijk aan het 95^{ste} percentiel).

4) Wat zijn op grond van de berekeningen de risicogroepen waarvoor het van belang is de blootstelling aan lood via kraanwater te reduceren?

Voor volwassenen is het risico op chronische nierziekte en hoge systolische bloeddruk door loodinname via voedsel en drinkwater zeer laag in het basisscenario (1 µg/L). Voor kinderen kan in dit scenario een klinisch relevant effect op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel door loodinname niet worden uitgesloten. De bijdrage van kraanwater aan de loodinname is echter zo laag dat de inspanning die nodig is voor verdere verlaging van lood in kraanwater in dit scenario niet in verhouding staat tot de relatief kleine afname van de totale loodinname.

In het hoge scenario (35 µg/L) is de loodinname via voedsel en drinkwater zo hoog dat klinisch relevante effecten, naast bij kinderen, ook bij volwassenen niet kunnen worden uitgesloten. Kraanwater draagt in dit scenario substantieel bij aan de totale blootstelling aan lood (tientallen procenten), zodat een verlaging van de loodinname via kraanwater kan bijdragen aan een zinvolle verlaging van de totale loodinname.

Conclusie

Deze studie laat zien dat mensen woonachtig in oude woningen met loden waterleidingen of in (nieuwbouw)woningen met nieuwe leidingen en/of kranen, wanneer deze niet goed zijn doorgespoeld, in de eerste 6 maanden een te hoge inname van lood kunnen hebben door voedsel en drinkwater. Dit was al bekend, maar per doelgroep is in deze studie nader bekeken hoe de inname zich verhoudt tot de beschikbare toxicologische eindpunten voor de risicobeoordeling (BMDL's) en wat de relatieve bijdrage is van kraanwater aan de loodinname via voedsel en drinkwater. Daarnaast is ook de grootte van het effect gekwantificeerd.

6.2 Kennishiaten

De concentratie van lood in zuigelingenvoeding in poedervorm in Nederland is niet bekend. De concentratie op basis van Europese gegevens, zoals gebruikt in de huidige studie, was bepalend voor de loodinname in deze leeftijdsgroep in het basisscenario. De inname werd in dit scenario voor 90% bepaald door de loodconcentratie in de poeder. Het zou de risicobeoordeling helpen om meer inzicht te hebben in de concentratie van lood in zuigelingenvoeding in poedervorm. Momenteel loopt er een onderzoek waarin loodmetingen worden gedaan in zuigelingenvoeding. Publicatie van deze gegevens wordt verwacht in de loop van 2020.

Een realistische schatting van de loodconcentratie in kraanwater in de eerste 6 maanden dat nieuwbouwwoningen bewoond worden of in woningen met nieuwe (onderdelen van) leidingen en/of kranen, bleek niet mogelijk vanwege ontbrekende representatieve meetgegevens. De risicobeoordeling van de inname van lood via voedsel en drinkwater in deze situatie is daarom gebaseerd op een gemiddelde concentratie van

lood in kraanwater in oude woningen met loden leidingen. Er is behoefte aan aanvullende meetgegevens die meer inzicht geven in de loodconcentraties in de eerste 6 maanden in deze woningen en in het aantal maanden dat het nodig is om de leidingen en/of kranen door te spoelen om onnodig doorspoelen te voorkomen. Daarnaast is niet precies bekend hoe effectief het doorspoeladvies is om de loodconcentratie in het kraanwater te verlagen. Er zijn aanwijzingen dat de concentratie na stilstand snel kan oplopen (Doré et al., 2018). Een betere onderbouwing van het aantal benodigde doorspoelminuten om de loodconcentratie te verlagen zou dus ook behulpzaam zijn.

6.3 Aanbevelingen

De resultaten van deze berekeningen onderschrijven de bestaande voorlichtingsboodschappen (het doorspoelen van nieuwe leidingen en/of kranen en het vervangen van loden leidingen in oude huizen). Op grond van deze studie kunnen de volgende aandachtspunten worden onderscheiden:

- Flesgevoede zuigelingen zijn qua blootstelling de belangrijkste risicogroep voor lood in kraanwater in het hoge scenario. De boodschap moet daarom aankomen bij zwangere vrouwen en hun partners, woonachtig in oude woningen met loden waterleidingen of in (nieuwbouw)woningen met nieuwe leidingen en/of kranen in de eerste 6 maanden.
- Door de effecten van lood op vooral de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel en chronische nierziekte is het raadzaam dat mensen woonachtig in oude woningen met loden waterleidingen hun inname van lood via kraanwater verlagen. Dit geldt ook voor bewoners van (nieuwbouw)woningen met nieuwe leidingen en/of kranen in de eerste 6 maanden, als deze niet goed zijn doorgespoeld, en voor kinderen van 7 t/m 17 jaar. Ook bij deze kinderen is het centraal zenuwstelsel nog in ontwikkeling.
- Nierpatiënten en personen met een verhoogde gevoeligheid voor nierziekten wordt aangeraden een langdurige (extra) inname van lood door kraanwater te vermijden. De adviezen om de inname van lood te verlagen, dienen dus ook bij deze groep onder de aandacht te worden gebracht. In mindere mate geldt dit voor mensen met hart- en vaataandoeningen.
- Voor mensen die niet in oude woningen met loden waterleidingen wonen of pas na een half jaar in een (nieuwbouw)woning met nieuwe leidingen en/of kranen gaan wonen, is een advies betreffende kraanwater met als doel verlaging van de inname van lood niet zinvol. Hoewel een verlaging op zichzelf voor een aanzienlijk deel van deze groep nastrevenswaardig is, is de bijdrage van kraanwater aan de loodinname daarvoor zo laag dat de inspanning die nodig is voor verdere verlaging van lood in kraanwater in dit scenario niet in verhouding staat tot de relatief kleine afname van de totale loodinname. Verder zal vervanging van kraanwater door flessenwater niet resulteren in een verlaging van de loodinname, omdat de concentraties van lood in flessenwater vergelijkbaar zijn met de concentratie in kraanwater in het basisscenario (EFSA, 2010).

- Dit onderzoek onderstreept nogmaals dat het belangrijk is dat nieuwe drinkwaterleidingen en kranen de eerste maanden goed doorgespoeld worden, en dat bewoners hiervan goed op de hoogte zijn. Wel is er behoefte aan een betere onderbouwing van het doorspoeladvies, zoals de frequentie en het aantal maanden dat dit nodig is.
- De mogelijk extra loodinnname via kraanwater in (nieuwbouw)woningen met nieuwe leidingen en/of kranen is tijdelijk. Te hoge loodinnname kan worden voorkomen wanneer leidingmaterialen en kranen worden gebruikt die aan alle producteisen voldoen en de installatie volgens de regels wordt aangelegd en doorgespoeld. Het is tevens van belang dat dit goed gecontroleerd wordt.

Het is van belang om bij het opstellen van voorlichtingsboodschappen aan te sluiten bij aanbevelingen in het ook dit jaar te verschijnen advies van de Gezondheidsraad over lood in kraanwater (Gezondheidsraad, in voorbereiding).

Dankwoord

De auteurs danken Bianca van de Ven, Sylvia Notenboom en Rinske Keuken van het RIVM en de deelnemers van de GGD Projectgroep Lood in drinkwater (Bijlage B) voor hun kritische commentaar op conceptversies van het rapport. De auteurs danken Corinne Sprong van het RIVM voor haar kritische commentaar op een conceptversie van hoofdstuk 4 van het rapport.

Literatuur

Boon PE, te Biesebeek JD, van Donkersgoed G (2017). Dietary exposure to lead in the Netherlands. RIVM Letter report 2016-0206. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: www.rivm.nl.

Boon PE, te Biesebeek JD, Sioen I, Huybrechts I, Moschandreas J, Ruprich J, Turrini A, Azpiri M, Busk L, Christensen T, Kersting M, Lafay L, Liukkonen KH, Papoutsou S, Serra-Majem L, Traczyk I, De Henauw S, Van Klaveren JD (2012). Long-term dietary exposure to lead in young European children: comparing a pan-European approach with a national exposure assessment. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 29:11, 1701-1715.

Carlisle JC, Wade MJ (1992). Predicting blood lead concentrations from environmental concentration. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 16: 280-289.

COD (2019). Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the quality of water intended for human consumption (recast) General approach. Council of the European Union, Brussels, 27 February 2019, 6876/19, Interinstitutional File : REV 1. Beschikbaar online: www.eumonitor.nl.

de Boer WJ, Goedhart PW, Hart A, Kennedy MC, Kruisselbrink J, Owen H, Roelofs W, van der Voet H (2016). MCRA 8.2 a web-based program for Monte Carlo Risk Assessment. Reference Manual. December, 2016. Biometris, Wageningen UR, Food and Environmental Research Agency (Fera) and National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Wageningen, Bilthoven, the Netherlands and York, UK.

Doré E, Deshommes E, Andrews RC, Nour S, Prévost M (2018). Sampling in schools and large institutional buildings: Implications for regulations, exposure and management of lead and copper. *Water Research* 140: 110-122, doi: 10.1016/j.watres.2018.04.045.

Drinkwaterbesluit (2018). Beschikbaar online: wetten.overheid.nl/BWBR0030111/2018-07-01#BijlageA.

Dusseldorp A, Versteegh JFM, Drijver M, Janssen PJCM (2012). Lood in drinkwater. RIVM rapport 609400003/2012. Nationaal Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: www.rivm.nl.

EC (1998). Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water. 27 okt 2015. Beschikbaar online: eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1998L0083:20151027:NL:PDF.

EFSA (2010). Scientific opinion on lead in food. EFSA Journal 8(4): 1570, doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570. Beschikbaar online: www.efsa.europa.eu.

EFSA (2012). Lead dietary exposure in the European population. EFSA Journal 10(7): 2831, doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2831. Beschikbaar online: www.efsa.europa.eu.

EFSA (2017). Guidance on the risk assessment of substances present in food intended for infants below 16 weeks of age. EFSA Journal 15(5): 4849, doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4849. Beschikbaar online: www.efsa.europa.eu.

Fomon SJ, Filer LJ, Thomas LN, Ziegler EE, Leonard MT (1971). Food consumption and growth of normal infants fed milk-based formulas. Acta Paediatrica Scandinavica, 1–36 [Geciteerd in EFSA, 2017].

Gezondheidsraad (1997). Lood in drinkwater. Nr. 1997/07. Gezondheidsraad, Rijswijk. Beschikbaar online: www.gezondheidsraad.nl.

Gezondheidsraad (2014). Risico's van prenatale blootstelling aan stoffen. Nr. 2014/05. Gezondheidsraad, Rijswijk www.gezondheidsraad.nl.

Gezondheidsraad (in voorbereiding). Loodinname via kraanwater.

GGD GHOR (2016). Aanvullend advies Lood in bodem en gezondheid. Projectgroep GGD GHOR Nederland. Beschikbaar online: www.ggdghorkennisnet.nl.

Glenn BS, Bandeen-Roche K, Lee BK, Weaver VM, Todd AC, Schwartz BS (2006). Changes in systolic blood pressure associated with lead in blood and bone. Epidemiology 17: 538-544.

Glenn BS, Stewart WF, Links JM, Todd AC, Schwartz BS (2003). The longitudinal association of lead with blood pressure. Epidemiology 14: 30-36.

Kersting M, Alexy U, Sichert-Hellert W, Manz F, Schoch G (1998). Measured consumption of commercial infant food products in German infants: results from the DONALD study. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 27: 547–552, doi.org/10.1097/00005176-199811000-00011# [Geciteerd in EFSA, 2017].

Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Bellinger DC, Canfield RL, Dietrich KN, Bornschein R, Greene T, Rothenberg SJ, Needleman HL, Schnaas L, Wasserman G, Graziano J, Roberts R (2005). Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. Environmental Health Perspectives 113: 894-899.

Nash D, Magder L, Lustberg M, Sherwin RW, Rubin RJ, Kaufmann RB, Silbergeld EK (2003). Blood lead, blood pressure, and hypertension in perimenopausal and postmenopausal women. *JAMA* 289: 1523-1532.

Ocké MC, van Rossum CTM, Fransen HP, Buurma EJM, de Boer EJ, Brants HAM, Niekerk EM, van der Laan JD, Drijvers JJMM, Ghameslou Z (2008). Dutch National Food Consumption Survey - Young children 2005/2006. RIVM report 350070001/2008. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: www.rivm.nl.

Otte PF, Bakker MI, Lijzen JPA, Versluijs CW, Zeilmaker MJ (2015). Diffuse loodverontreiniging in de bodem. Advies voor een gemeenschappelijk beleidskader. RIVM rapport 2015-0204. Nationaal Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: www.rivm.nl.

Peeters EL, Burdorf A, Roeloffzen B (2009). Determinanten van loodconcentraties in bloed van Rotterdamse kinderen. *Tijdschrift voor Gezondheidswetenschappen* 4: 168-175.

RIVM (2015). Toolkit lood in drinkwater. Nationaal Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: www.rivm.nl.

van Rossum CTM, Fransen HP, Verkaik-Kloosterman J, Buurma-Rethans EJM, Ocké MC (2011). Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010. Diet of children and adults aged 7 to 69 years. RIVM report 350050006/2011. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: www.rivm.nl.

Schepers W, de Wildt R, Schulenberg R, Schijf A (2007). Evaluatie regeling sanering loden drinkwaterleidingen. Rapport 94700. RIGO Research en Advies, Amsterdam.

Vertommen I (2018). Memo update RDT loodgegevens van drinkwaterbedrijven. Watercycle Research Institute (KWR), Nieuwegein.

Vupputuri S, He J, Muntner P, Bazzano LA, Whelton PK, Batuman V (2003). Blood lead level is associated with elevated blood pressure in blacks. *Hypertension* 41: 463-468.

Wuijts S, Slaats PGG, Versteegh JFM, Meerkerk MA (2007). Drinkwaterkwaliteit in nieuwbouwwoningen. RIVM rapport 703719023/2007. Nationaal Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: www.rivm.nl.

Bijlage A. Huidige adviezen

In aanvulling op het GGD informatieblad 'lood in drinkwater' (Dusseldorp et al., 2012), is een toolkit lood in drinkwater opgesteld met publieksinformatie. Hieronder zijn de adviezen overgenomen die daarin staan.

Adviezen en maatregelen

Zijn er in uw woning loden waterleidingen aanwezig? Of heeft u nieuwe waterleidingen of nieuwe kranen in huis? Dan gelden de volgende adviezen:

1. Vervangen van de loden waterleidingen.

Het is aan te raden alle loden waterleidingen te (laten) vervangen. Loden waterleidingen zijn te herkennen aan de onregelmatige vorm, de dikte en de grijze kleur. Aansluitingen bestaan niet uit koppelstukjes maar uit een verdikking van de leiding zelf. Tikken op een loden leiding geeft een doffer geluid dan op een koperen of ijzeren leiding. Dit is niet altijd eenvoudig te zien omdat de meeste waterleidingen onder de vloer of in de muur zitten of geveerd zijn. Dit kan wel worden vastgesteld met speciale apparatuur door een installateur of medewerker van een drinkwaterbedrijf. Of een leiding lood afgeeft, is te meten in water dat een nacht stil heeft gestaan in die leiding. U kunt met uw drinkwaterbedrijf afspraken maken over het nemen en onderzoeken van een watermonster.

Tot aan het moment dat de loden waterleidingen in uw huis worden vervangen, gelden de volgende adviezen:

- Gebruik het water dat 's ochtends de eerste twee minuten uit de kraan komt, niet voor consumptie. Doe er zo mogelijk wat anders mee (schoonmaken, planten water geven, toilet doorspoelen etc.)
- Bereid flesvoeding voor zuigelingen en jonge kinderen met flessenwater uit de winkel.
- Gebruik voor kinderen tot en met 6 jaar en voor zwangeren flessenwater uit de winkel.

2. Doorspoeladviezen voor nieuwe waterleidingen en nieuwe kranen.

In nieuwbouwwoningen zijn geen loden waterleidingen aanwezig, maar lood kan in het begin uitspoelen door watermeters of nieuwe kranen. Daarom gelden de volgende doorspoeladviezen:

Voor nieuwe waterleidingen geldt de eerste drie maanden het volgende advies:

- Gebruik het water dat 's ochtends de eerste twee minuten uit de kraan komt, niet voor consumptie. Doe er zo mogelijk wat anders mee (schoonmaken, planten water geven, toilet doorspoelen etc.)

Voor nieuwe kranen hoeft slechts een kleine hoeveelheid doorgespoeld te worden en geldt de eerste drie maanden het volgende advies:

- Elke ochtend de kraan 10 seconden open zetten alvorens het water voor consumptie te gebruiken.

Op deze manier wordt het water voldoende ververst en zit er nauwelijks nog lood in.

3. Bereiden van flesvoeding

Bij de bereiding van flesvoeding voor baby's en jonge kinderen, gelden onderstaande adviezen:

- Oude woningen: in woningen waar nog loden waterleidingen aanwezig zijn, wordt aangeraden om flesvoeding voor baby's en jonge kinderen te bereiden met flessenwater uit de winkel. Kinderen krijgen dan helemaal geen lood binnen.
- Nieuwbouwwoningen: hier geldt de eerste drie maanden het doorspoeladvies voor nieuwe waterleidingen "Gebruik het water dat 's ochtends de eerste 2 minuten uit de kraan komt, niet voor consumptie." Als dit doorspoeladvies gevolgd wordt, kan de flesvoeding voor baby's en jonge kinderen bereid worden met koud drinkwater en is het niet nodig om dit te bereiden met flessenwater uit de winkel.

4. Warm water

In water uit de warme kraan kunnen meer metalen zitten dan in koud water. Water uit de warme kraan is daarom niet geschikt om te drinken, om flesvoeding te maken, om thee of koffie van te zetten, enz. Gebruik daarvoor water uit de koude kraan.

Meer informatie

Meer informatie over lood in het drinkwater is te vinden:

- Bij uw plaatselijke GGD/afdeling medische milieukunde.
- In het RIVM briefrapport "Lood in drinkwater, een GGD-Informatieblad medische milieukunde" (RIVM briefrapport 609400003/2012).
- Uw eigen drinkwaterbedrijf
- www.kraandoorspoelen.nu
- www.drinkwater.nu
- www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/drinkwater

Bijlage B. GGD Projectgroep Lood in drinkwater

Het projectvoorstel voor dit project is ingediend door de GGD projectgroep drinkwater. De leden van deze projectgroep hebben tevens het conceptrapport becommentarieerd. De projectgroep bestond in 2019 uit de volgende personen:

M. Drijver	GGD Rotterdam-Rijnmond
M. Eggens	GGD Groningen
P. Esser	GGD Zuid-Limburg
P. van den Hazel	GGD Gelderland Midden
Y. Vendrig	GGD Rotterdam-Rijnmond
F. Woudenberg	GGD Amsterdam

Bijlage C. Doorrekening scenario's voor de (toekomstige) Europese norm

In aanvulling op de innameberekeningen van lood via voedsel en drinkwater met een loodconcentratie van 1 µg/L en 35 µg/L in kraanwater (zie hoofdstuk 3), is de loodblootstelling ook berekend voor loodconcentraties in kraanwater gelijk aan de mogelijk toekomstige (5 µg/L) en huidige (10 µg/L) drinkwaternorm. Resultaten zijn weergegeven in Tabellen C1, C2 en C3. Ook de resultaten van de risicobeoordeling zijn weergegeven in deze bijlage: margins of exposure (Tabel C4) en effectgrootten (Tabel C5).

Tabel C1. Inname van lood voor flesgevoede zuigelingen tot 4 maanden uitgaande van verschillende concentraties van lood in kraanwater

Inname-parameter	Inname van lood (µg/kg lg per dag) per loodconcentratie in kraanwater ¹	
	5 µg/L	10 µg/L
P50	2,0	2,8
P95	2,5	3,4
<i>Bijdrage kraanwater aan loodinname (gelijk voor P50 en P95)²</i>	37%	54%

lg: lichaamsgewicht; P50: mediaan; P95: 95^{ste} percentiel

¹ Betreft de som van een vaste concentratie van lood in zuigelingenvoeding in poedervorm (0,06 mg/kg) en een variabele concentratie van lood in kraanwater.

² Omdat de verhouding tussen kraanwater en zuigelingenvoeding gelijk blijft.

Tabel C2. Inname van lood via voedsel en drinkwater met verschillende concentraties van lood in kraanwater door drie risicogroepen

Inname-percentiel	Inname van lood (µg/kg lg per dag) per loodconcentratie in kraanwater en risicogroep ¹	
	5 µg/L	10 µg/L
2 t/m 6 jaar		
Gemiddelde	0,95 (0,90 – 1,09)	1,04 (0,99 – 1,14)
P50	0,92 (0,87 – 1,05)	1,01 (0,96 – 1,09)
P95	1,36 (1,27 – 1,68)	1,54 (1,43 – 1,75)
Vrouwen 20 t/m 40 jaar²		
Gemiddelde	0,43 (0,41 – 0,45)	0,53 (0,51 – 0,57)
P50	0,41 (0,39 – 0,43)	0,50 (0,48 – 0,54)
P95	0,70 (0,65 – 0,76)	0,89 (0,83 – 0,97)
18 t/m 69 jaar		
Gemiddelde	0,44 (0,42 – 0,46)	0,52 (0,50 – 0,54)
P50	0,42 (0,40 – 0,44)	0,50 (0,48 – 0,52)
P95	0,67 (0,64 – 0,72)	0,82 (0,79 – 0,88)

lg: lichaamsgewicht; P50: mediaan; P95: 95^{ste} percentiel

¹ Innamen tussen haken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer van de berekende inname door de onzekerheid in de gebruikte consumptie- en loodconcentratiegegevens.

² Proxy voor zwangere vrouwen.

Tabel C3. Bijdrage (%) van kraanwater aan de inname van lood via voedsel en drinkwater in de totale populatie en in personen met een inname groter of gelijk aan de P95 (bovenste 5%) voor drie risicogroepen

Deel van de populatie	Bijdrage (%) van kraanwater ¹ per loodconcentratie in kraanwater en risicogroep	
	5 µg/L	10 µg/L
2 t/m 6 jaar		
Totale populatie	10	19
Bovenste 5%	12	27
Vrouwen 20 t/m 40 jaar²		
Totale populatie	23	37
Bovenste 5%	25	46
18 t/m 69 jaar		
Totale populatie	20	33
Bovenste 5%	20	39

¹ Betreft de som van de consumptie van 'puur' kraanwater en kraanwater gebruikt voor de bereiding van dranken en producten zoals koffie, thee, aanmaaklimonades, sauzen en jus.

² Proxy voor zwangere vrouwen.

Tabel C4. Berekende 'margin of exposure' (MOE) per loodconcentratie in kraanwater en berekende innamepercentiel (inname via voedsel en drinkwater) voor de verschillende risicogroepen en effecten

Inname- percentiel	MOE per loodconcentratie in kraanwater en risicogroep ¹	
	5 µg/L	10 µg/L
Ongeboren kind² (afname in IQ punten)		
P50	1,32	1,08
P95	0,77	0,61
Flesgevoede zuigelingen (afname in IQ punten)		
P50	0,25	0,18
P95	0,20	0,15
2 t/m 6 jaar (afname in IQ punten)		
P50	0,54	0,50
P95	0,37	0,32
18 t/m 69 jaar (ontwikkeling chronische nierziekte)		
P50	1,50	1,26
P95	0,94	0,77
18 t/m 69 jaar (verhoging systolische bloeddruk)		
P50	3,57	3,00
P95	2,24	1,83

IQ: intelligentie quotiënt; P50: mediaan; P95: 95ste percentiel

¹ MOE's kleiner of gelijk aan 1 zijn in rood weergegeven (risico op een klinisch relevant effect kan niet worden uitgesloten) en MOE's groter dan 1 maar kleiner dan 10 in blauw (risico op een klinisch relevant effect is laag (IQ afname) of zeer laag (chronische nierziekte en systolische bloeddruk)). Bij MOE's van minimaal 10 wordt het risico op een klinisch relevant effect verwaarloosbaar geacht (zie paragraaf 3.6.1).

² Op basis van de inname van lood in vrouwen in de vruchtbare leeftijd (20 t/m 40 jaar) als proxy voor zwangere vrouwen.

Tabel C5. Geschatte effectgrootten per loodconcentratie in kraanwater en berekende innamepercentiel (inname via voedsel en drinkwater) voor de verschillende risicogroepen en effecten

Inname- percentiel	Geschatte effectgrootte per loodconcentratie in kraanwater en risicogroep ^{1,2,3}	
	5 µg/L	10 µg/L
Ongeboren kind ⁴ (afname in IQ punten)		
P50	- 0,8	- 0,9
P95	- 1,3	- 1,4
Flesgevoede zuigelingen (afname in IQ punten)		
P50	-1,4	-1,8
P95	-1,7	-2,2
2 t/m 6 jaar (afname in IQ punten)		
P50	-1,4	-1,5
P95	-2,0	-2,2
18 t/m 69 jaar (ontwikkeling chronische nierziekte in %)		
P50	+ 6,6	+ 8,1
P95	+ 10,8	+ 12,6
18 t/m 69 jaar (verhoging systolische bloeddruk in mm Hg)		
P50	+ 0,1-0,5	+ 0,1-0,6
P95	+ 0,1-0,8	+0,2-0,9

Hg: kwik; IQ: intelligentie quotiënt; P50: mediaan; P95: 95ste percentiel

¹ Effectgrootten waarvoor een risico op een klinisch relevant effect niet kan worden uitgesloten zijn in rood weergegeven.

² Negatieve effectgrootten duiden op een afname en positieve effectgrootten in een toename van het effect bij toenemende inname.

³ Voor berekening van de effectgrootten, zie Bijlage E.

⁴ Op basis van de inname van lood in vrouwen in de vruchtbare leeftijd (20 t/m 40 jaar) als proxy voor zwangere vrouwen.

Bijlage D. Consumptie van flessenvoeding gedurende de eerste 4 maanden van het leven

Geschatte consumptie van flessenvoeding gedurende de eerste 4 maanden van het leven (EFSA, 2017)

Geslacht en innamepercentiel	Leeftijd (dagen) en consumptie van flessenvoeding (ml/kg lg per dag)					
	8-13	14-27	28-41	42-55	56-83	84-111
Jongens						
P50	196	214	203	190	175	162
P95	254	261	251	238	211	195
Meisjes						
P50	189	199	188	180	162	157
P95	251	257	253	233	212	195

lg: lichaamsgewicht

Bijlage E. Onderbouwing berekeningen van de effectgrootten

Deze bijlage beschrijft de berekening van de effectgrootten voor de drie gezondheidseffecten van lood (ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel, chronische nierziekte en systolische bloeddruk). Deze berekeningen zijn uitgevoerd voor de inname van lood via voedsel en drinkwater bij loodconcentraties in kraanwater van 1 µg/L (basisscenario) en 35 µg/L (hoge scenario) en voor de twee loodconcentraties conform de mogelijk toekomstige (5 µg/L) en huidige (10 µg/L) drinkwaternorm.

E1. Verstoring van de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel

E1.1 Ongeboren kind

- Doelpopulatie: het ongeboren kind.
- Blootstelling: via bloed van 20 t/m 40 jarigen vrouwen als proxy voor zwangere vrouwen) (Tabel 3 en Bijlage C).
- Dosis-respons relatie tussen lood-in-bloedwaarde en intelligentie quotiënt (IQ): EFSA (2010), zoals in Otte *et al.* (2015).
- Lood-in-bloedwaarde behorende bij bepaalde inname: overdrachtsvergelijking van Carlisle and Wade (1992) en factor van 0,9 tussen foetaal en maternaal lood-in-bloedwaarde.
- Lichaamsgewicht 20 t/m 40 jarigen: 60 kg (EFSA, 2010).

Voor de berekening van de effecten op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij het ongeboren kind moet eerst de inname van lood via voedsel en drinkwater door vrouwen van 20 t/m 40 jaar worden omgerekend naar lood-in-bloedwaarden voor het ongeboren kind. Hiervoor is de lood-in-bloedwaarde van de vrouw berekend behorende bij berekende P50 en P95 inname van lood via voedsel en drinkwater voor de verschillende loodconcentraties in kraanwater (Tabel 3 en Bijlage C) met de overdrachtsvergelijking (conversiefactor: 0,4) van Carlisle en Wade (1992), zoals toegepast in EFSA (2010). Met deze conversiefactor wordt de inname van lood uitgedrukt in µg per dag omgezet in een lood-in-bloedwaarde uitgedrukt in µg/dl. Deze maternale lood-in-bloedwaarde is vervolgens omgezet naar de foetale lood-in-bloedwaarde uitgaande van een looduitwisseling tussen foetaal en maternaal bloed van 0,9 (EFSA, 2010) (Tabel E1). De inname van lood uitgedrukt in µg/kg lichaamsgewicht (lg) per dag (Tabel 3 en Bijlage C) is omgezet naar µg/kg uitgaande van een lichaamsgewicht van 60 kg.¹⁰

¹⁰ Een voorbeeld van de berekening van de foetale lood-in-bloedwaarde uitgaande van de mediane inname van lood door vrouwen van 20 t/m 40 jaar in het basisscenario: de mediane (P50) is gelijk aan 0,34 µg/kg lichaamsgewicht per dag (Tabel 3). Uitgaande van een lichaamsgewicht van 60 kg komt dit overeen met een inname van 20,4 µg per dag. De bijbehorende lood-in-bloedwaarde in het ongeboren kind is dan $0,4 * 20,4 * 0,9 \approx 7,3 \mu\text{g/L} = 0,73 \mu\text{g/dl}$ (Tabel E1).

Tabel E1. Lood-in-bloedwaarde ($\mu\text{g}/\text{dl}$) door de inname van lood via voedsel en drinkwater bij verschillende concentraties van lood in kraanwater voor het ongeboren kind

Innamepercentiel	Lood-in-bloedwaarde ($\mu\text{g}/\text{dl}$) per loodconcentratie in kraanwater			
	1 $\mu\text{g}/\text{L}$	5 $\mu\text{g}/\text{L}$	10 $\mu\text{g}/\text{L}$	35 $\mu\text{g}/\text{L}$
P50	0,73	0,89	1,08	2,03
P95	1,23	1,51	1,92	4,19

EFSA (2010) gaat ervan uit dat er voor looduitwisseling tussen foetaal en maternaal bloed tijdens de *gehele* zwangerschap nauwelijks een barrière bestaat (factor = 0,9). In het allereerste begin van de zwangerschap kan dit een realistische aanname zijn (immers van een functionele placenta is nog geen sprake), maar later in de zwangerschap is dit mogelijk meer een "worst case" aanname.

Hoewel de gevoeligheid van het ongeboren kind voor lood t.o.v. jonge kinderen onbekend is, is EFSA (2010) ervan uitgegaan dat het ongeboren kind minstens zo gevoelig voor lood is als het jonge kind. Uitgaande van de dosis-respons relatie tussen lood-in-bloedwaarde en intelligentie quotiënt (IQ) voor kinderen van 1 t/m 7 jaar is voor de verschillende lood-in-bloedwaarden in het ongeboren kind (Tabel E2) de verandering in de gemiddelde IQ berekend (Tabel E2), zoals in Otte et al. (2015) en gebaseerd op EFSA (2010).

Tabel E2. Verandering in de gemiddelde IQ (ΔIQ) door de inname van lood via voedsel en drinkwater bij verschillende concentraties van lood in kraanwater voor het ongeboren kind

Innamepercentiel	ΔIQ per loodconcentratie in kraanwater ¹			
	1 $\mu\text{g}/\text{L}$	5 $\mu\text{g}/\text{L}$	10 $\mu\text{g}/\text{L}$	35 $\mu\text{g}/\text{L}$
P50	- 0,6	- 0,8	- 0,9	- 1,7
P95	- 1,1	- 1,3	- 1,6	- 3,6

IQ: Intelligentie quotiënt

¹ ΔIQ 's lager dan -1 zijn weergegeven in rood (risico op een klinisch relevant effect kan niet worden uitgesloten).

E1.2 Jonge kinderen

- Doelpopulatie: jonge kinderen (1 t/m 7 jaar).
- Inname: combinatie voedsel en drinkwater (Tabel 3 en Bijlage C).
- Dosis-respons relatie tussen lood-in-bloedwaarde en intelligentie quotiënt (IQ): EFSA (2010), zoals in Otte *et al.* (2015).
- Lood-in-bloedwaarde behorende bij bepaalde inname: EU EPA IEUBK (zoals in Otte et al., 2015).
- Lichaamsgewicht: representatieve lichaamsgewichten voor jonge kinderen uit Nederland.

Voor de berekening van de effecten op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij jonge kinderen is, zoals in de berekeningen beschreven voor het ongeboren kind (zie paragraaf E1.1), als eerste de P50 en P95 inname van lood via voedsel en drinkwater uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lg per dag (Tabel 3 en Bijlage C) omgezet naar μg per dag met representatieve lichaamsgewichten voor jonge kinderen uit Nederland (Tabel E3).

Tabel E3. Inname van lood (μg per dag) via voedsel en drinkwater bij verschillende concentraties van lood in kraanwater door jonge kinderen

Leeftijd (jaar) en innamepercentiel	Lichaamsgewicht (kg) ¹	Inname van lood (μg per dag) per loodconcentraties in kraanwater ²			
		1 $\mu\text{g/L}$	5 $\mu\text{g/L}$	10 $\mu\text{g/L}$	35 $\mu\text{g/L}$
P50					
1-2	15,4	13,1	14,2	15,6	22,2
2-3	15,5	13,2	14,3	15,7	22,3
3-4	15,8	13,4	14,5	16,0	22,8
4-5	16,7	14,2	15,4	16,9	24,1
5-6	17,4	14,8	16,0	17,6	25,1
6-7	18,5	15,7	17,0	18,7	26,6
P95					
1-2	15,4	19,3	20,9	23,7	39,6
2-3	15,5	19,4	21,1	23,9	39,8
3-4	15,8	19,8	21,5	24,3	40,6
4-5	16,7	20,9	22,7	25,8	42,9
5-6	17,4	21,8	23,7	26,8	44,7
6-7	18,5	23,1	25,2	28,5	47,5

¹ Lichaamsgewichten zijn als volgt verkregen. Otte et al. (2015) vermeldt, op basis van TNO gegevens (www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/gezond-leven/roadmaps/youth/groeydiagrammen-in-pdf-formaat/), referentiewaarden voor lichaamsgewichten van jonge kinderen, bijvoorbeeld 14 kg voor een 2-jarige en 16,8 kg voor een 3-jarige. Boon et al. (2012) vermeldt voor deze kinderen een loodinname van respectievelijk 0,76 $\mu\text{g/kg}$ lg per dag en 0,67 $\mu\text{g/kg}$ lg per dag (Tabel 4; P50 'medium bound' scenario), overeenkomend met dagelijkse inname van respectievelijk 10,6 en 11,3 μg per dag, ofwel gemiddeld 11,0 μg per dag. Standaardisering van de inname tijdens het derde levensjaar op 0,7 $\mu\text{g/kg}$ lg per dag komt dan overeen met een lichaamsgewicht van 15,5 kg voor de leeftijdsgroep van 2 tot 3 jaar. Merk op dat een dergelijke standaardisatie over de leeftijd een gelijke inname per kg lg garandeert.

² Berekend door de inname in $\mu\text{g/kg}$ lichaamsgewicht per dag (Tabel 3 en Bijlage C) te vermenigvuldigen met het relevante lichaamsgewicht.

Deze berekende inname zijn omgerekend naar lood-in-bloedwaarden met EU EPA IEUBK (als in Otte et al., 2015) en deze waarden zijn vervolgens gebruikt voor berekening van de bijbehorende verandering in de IQ, zoals beschreven in paragraaf E1.1. De lood-in-bloedwaarden en de verandering in de gemiddelde IQ voor jonge kinderen voor de twee innamepercentielen bij verschillende loodconcentraties in kraanwater is weergegeven in Tabel E4.

E1.3 Flesgevoede zuigelingen

- Doelpopulatie: flesgevoede zuigelingen (4 maanden).
- Inname: combinatie van voedsel en kraanwater (Tabel 1 en Bijlage C).
- Dosis-respons relatie tussen lood-in-bloedwaarde en intelligentie quotiënt (IQ): EFSA (2010), zoals in Otte et al. (2015).
- Gemiddeld lichaamsgewicht zuigeling (0-4 maanden): $\pm 4,5$ kg.¹¹
- Lood-in-bloedwaarde behorende bij bepaalde inname: EU EPA IEUBK (als in Otte et al., 2015).

¹¹ www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/gezond-leven/roadmaps/youth/groeydiagrammen-in-pdf-formaat/

Tabel E4. Verandering in de gemiddelde IQ (ΔIQ) door de inname van lood via voedsel en drinkwater bij verschillende concentraties van lood in kraanwater voor jonge kinderen

Innamepercentiel	Concentratie lood in kraanwater ($\mu\text{g/L}$)	Lood-in-bloedwaarde ($\mu\text{g/dL}$)	ΔIQ^1
P50	1	1,52	- 1,3
	5	1,64	- 1,4
	10	1,80	- 1,5
	35	2,51	- 2,1
P95	1	2,20	- 1,8
	5	2,38	- 2,0
	10	2,68	- 2,2
	35	4,28	- 3,6

IQ: Intelligentie quotiënt

¹ ΔIQ 's lager dan -1 zijn weergegeven in rood (risico op een klinisch relevant effect kan niet worden uitgesloten).

Voor de berekening van de effecten op de ontwikkeling van het centraal zenuwstelsel bij flesgevoede zuigelingen is, zoals in de berekeningen beschreven voor het ongeboren kind (zie paragraaf E1.1) en voor jonge kinderen (zie paragraaf E1.2), als eerste de berekende inname van lood via voedsel en kraanwater uitgedrukt in $\mu\text{g/kg}$ lg per dag (Tabel 1 en Bijlage C) omgezet naar μg per dag op basis van een gemiddeld lichaamsgewicht van ongeveer 4,5 kg (Tabel E5).

Tabel E5. Inname van lood (μg per dag) via voedsel en kraanwater bij verschillende concentraties van lood in kraanwater door flesgevoede zuigelingen

Innamepercentiel	Inname van lood (μg per dag) per loodconcentratie in kraanwater ¹			
	1 $\mu\text{g/L}$	5 $\mu\text{g/L}$	10 $\mu\text{g/L}$	35 $\mu\text{g/L}$
P50	6,3	9,0	12,6	29,3
P95	8,1	11,3	15,3	36,0

¹ Berekend door de inname in $\mu\text{g/kg}$ lichaamsgewicht per dag (Tabel 1 en Bijlage C) te vermenigvuldigen met een gemiddeld lichaamsgewicht van 4,5 kg.

De berekende inname uitgedrukt in μg per dag zijn vervolgens omgerekend naar de bijbehorende lood-in-bloedwaarden met EU EPA IEUBK (zoals in Otte et al., 2015) en deze waarden zijn gebruikt voor berekening van de bijbehorende verandering in de IQ, zoals beschreven in paragraaf E1.1. De lood-in-bloedwaarden en verandering in de gemiddelde IQ voor flesgevoede zuigelingen voor de verschillende inname-scenario's is weergegeven in Tabel E6.

E2. Effecten op de nieren ("Chronic Kidney Disease") in volwassenen

- Doelpopulatie: volwassenen (18 t/m 69 jaar).
- Inname: combinatie van voedsel en drinkwater (Tabel 3 en Bijlage C).
- Dosis-respons relatie tussen lood-in-bloedwaarde en niertoxiciteit: EFSA (2010).
- Lood-in-bloedwaarde behorende bij bepaalde inname: overdrachtsvergelijking van Carlisle and Wade (1992).
- Lichaamsgewicht: 60 kg (EFSA, 2010).

Tabel E6. Verandering in de gemiddelde IQ (ΔIQ) door de inname van lood via voedsel en kraanwater voor de verschillende concentraties van lood in kraanwater voor flesgevoede zuigelingen

Innamepercentiel	Concentratie lood in kraanwater ($\mu\text{g/L}$)	Lood-in-bloedwaarde ($\mu\text{g/dl}$)	ΔIQ^1
P50	1	1,16	- 1,0
	5	1,62	- 1,4
	10	2,21	- 1,8
	35	4,57	- 3,8
P95	1	1,47	- 1,2
	5	1,99	- 1,7
	10	2,63	- 2,2
	35	5,40	- 4,5

IQ: Intelligentie quotiënt

¹ ΔIQ 's lager dan -1 zijn weergegeven in rood (risico op een klinisch relevant effect kan niet worden uitgesloten).

Voor het vaststellen van de relatie tussen de inname van lood via voedsel en drinkwater en niertoxiciteit, moet de inname als eerste omgerekend worden naar de bijbehorende lood-in-bloedwaarde, zoals beschreven in paragraaf E1.1: omrekening van de inname uitgedrukt in $\mu\text{g/kg}$ lg per dag (Tabel 3 en Bijlage C) naar μg per dag (Tabel E7).

Tabel E7. Inname van lood (μg per dag) via voedsel en drinkwater bij verschillende concentraties van lood in kraanwater voor volwassenen

Innamepercentiel	Inname van lood (μg per dag) per loodconcentratie in kraanwater ¹			
	1 $\mu\text{g/L}$	5 $\mu\text{g/L}$	10 $\mu\text{g/L}$	35 $\mu\text{g/L}$
P50	21	25,2	30	53,4
P95	34,2	40,2	49,2	100,8

¹ Berekend door de inname in $\mu\text{g/kg}$ lichaamsgewicht per dag (Tabel 3 en Bijlage C) te vermenigvuldigen met een lichaamsgewicht van 60 kg.

Vervolgens wordt deze inname omgerekend naar de bijbehorende lood-in-bloedwaarde met de overdrachtsvergelijking van Carlisle and Wade (1992; Tabel E8).

Tabel E8. Lood-in-bloedwaarde voor de inname van lood via voedsel en drinkwater bij verschillende concentraties van lood in kraanwater voor volwassenen

Innamepercentiel	Lood-in-bloedwaarde ($\mu\text{g/L}$) per loodconcentratie in kraanwater			
	1 $\mu\text{g/L}$	5 $\mu\text{g/L}$	10 $\mu\text{g/L}$	35 $\mu\text{g/L}$
P50	8,4	10,1	12	21,4
P95	13,7	16,1	19,8	40,3

Niertoxiciteit wordt uitgedrukt in de prevalentie (%) van "chronic kidney disease" (CKD; chronische nierziekte). Voor de berekening van de prevalentie voor de verschillende loodconcentraties in kraanwater en de twee innamepercentielen is de dosis-respons relatie tussen de lood-in-bloedwaarde en deze prevalentie gebruikt met een proxy CKD prevalentie van ongeveer $8,95 * \ln(x) - 14,1$ met voor x de lood-in-bloedwaarde uitgedrukt in $\mu\text{g/L}$ (Tabel E9).

Tabel E9. CKD prevalentie voor de inname van lood via voedsel en drinkwater bij verschillende concentraties van lood in kraanwater voor volwassenen

Innamepercentiel	CKD prevalentie (%) bij verschillende loodconcentraties in kraanwater ¹			
	1 µg/L	5 µg/L	10 µg/L	35 µg/L
P50	4,9	6,6	8,1	13,3
P95	9,4	10,8	12,6	19,0

CKD: chronic kidney disease

¹ CKD prevalentie hoger dan 10% zijn weergegeven in rood (risico op een klinisch relevant effect kan niet worden uitgesloten).

De EFSA referentiewaarde voor niertoxiciteit is gelijk aan een loodinname van 0,63 µg/kg lg per dag, die overeenkomt met een lood-in-bloedwaarde van 15 µg/L en een CKD-prevalentie van 10% (EFSA, 2010).

E3. Bloeddrukverhoging ("Systolic Blood Pressure", SBP, uitgedrukt in mm Hg)

- Doelpopulatie: volwassenen (18 t/m 69 jaar).
- Inname: combinatie van voedsel en drinkwater (Tabel 3 en Bijlage C).
- Dosis-respons relatie tussen lood-in-bloedwaarde en bloeddruk: EFSA (2010).
- Lichaamsgewicht: 60 kg (EFSA, 2010).
- Lood-in-bloedwaarde behorende bij bepaalde inname: overdrachtsvergelijking van Carlisle and Wade (1992).

Voor het vaststellen van de mate van bloeddrukverhoging en de berekende loodinname voor volwassenen moet de inname omgerekend worden naar lood-in-bloedwaarde (Tabel E8). Vervolgens kunnen de volgende vergelijkingen uit EFSA (2010) worden gebruikt voor het berekenen van de bloeddruk (SBP):

- Glenn et al. (2006): $SBP \approx 0,009 * x + 120,78$;
- Glenn et al. (2003): $SBP \approx 0,025 * x + 120,78$;
- Nash et al. (2003): $SBP \approx 0,032 * x + 119,95$;
- Vupputuri et al. (2003): $SBP \approx 0,047 * x + 119,41$.

In deze vergelijkingen is x de lood-in-bloedwaarde in µg/L (Tabel E8).

Op basis van deze vergelijkingen is voor de twee innamepercentielen per loodconcentratie in kraanwater de bloeddruk berekend en gemiddeld over de vier uitkomsten (Tabel E10).

De EFSA referentiewaarde voor SBP is gelijk aan een loodinname van 1,5 µg/kg lg per dag, die overeenkomt met een lood-in-bloedwaarde van 36 µg/L en een SBP van 121,2 mm Hg, dat wil zeggen stijging in SBP van 1,2 mm Hg bovenop een achtergrond bloeddruk van 120 mm Hg (EFSA, 2010).

Tabel E10. Bloeddruk (SBP; mm Hg) voor de inname van lood via voedsel en drinkwater bij verschillende concentraties van lood in kraanwater voor volwassenen¹

Innameper- centiel (µg per dag)	SBP (mm Hg) bij verschillende loodconcentraties in kraanwater			
	1 µg/L	5 µg/L	10 µg/L	35 µg/L
P50	119,8 (V)	119,9 (V)	120,0 (V)	120,4 (V)
	121,0 (G2)	12,0 (G2)	121,1 (G2)	121,3 (G2)
	120,2 (N)	120,3 (N)	120,3 (N)	120,6 (N)
	120,9 (G1)	120,9 (G1)	120,9 (G1)	121,0 (G1)
	120,5	120,5	120,6	120,8
P95	120,1 (V)	120,2 (V)	120,3 (V)	121,3 (V)
	121,1 (G2)	121,2 (G2)	121,3 (G2)	121,8 (G2)
	120,4 (N)	120,5 ((N)	120,6 (N)	121,2 (N)
	120,9 (G1)	120,9 (G1)	121,0 (G1)	121,1(G1)
	120,6	120,7	120,8	121,4

G1: Glenn et al. (2006); G2: Glenn et al. (2003); N: Nash et al (2003), SBP: systolic blood pressure; V: Vupputuri et al. (2003)

¹ De gemiddelde SBP over de vier vergelijkingen is vetgedrukt weergegeven.

² De gemiddelde SBP hoger dan 121,2 mm Hg is weergegeven in rood (risico op een klinisch relevant effect kan niet worden uitgesloten).

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag